ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE : 1982 THESE : 42

LE MARC DE RAISIN ET SON UTILISATION DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS

THESE

Pour le Doctorat Vétérinaire
(Diplôme d'Etat)
Présentée et soutenue publiquement en 1982
devant l'Université Paul Sabatier de Toulouse

par

Loïc, Jean, Marie HALLE

Né le 4 mai 1952 à DAKAR (Sénégal)

Membres du Jury

Président : ..... Monsieur ECALLE
Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Assesseurs : ..... Monsieur GRIESS
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Monsieur CABANIE
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE : 1982 THESE : 42

LE MARC DE RAISIN ET SON UTILISATION DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS

THESE

Pour le Doctorat Vétérinaire
(Diplôme d'Etat)
Présentée et soutenue publiquement en 1982
devant l'Université Paul Sabatier de Toulouse

par

Loïc, Jean, Marie HALLE

Né le 4 mai 1952 à DAKAR (Sénégal)

Membres du Jury

Président : ..... Monsieur ECALLE
Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Assesseurs : ..... Monsieur GRIESS
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Monsieur CABANIE
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur : ..... M.LAUTIE
Directeur honoraire : ..... M. FLORIO
Professeurs honoraires : ..... M. BRIZARD
..... M. SAURAT

PERSONNEL ENSEIGNANT
CHAIRE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE

Professeur titulaire ..... M. GODFRAIN
Professeur sans chaire ..... Mme BURGAT-SACAZE

Pharmacie et Toxicologie

CHAIRE DE PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Professeur titulaire ..... M. RICO
Professeur sans chaire ..... M. BRAUN
Maître Assistant ..... M. BENARD

Physique Biologique et Médicale
Chimie Biologique et Médicale
Informatique biologique et médicale

CHAIRE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Professeur titulaire ..... M. PAVAUX
Maître Assistant ..... M. LIGNEREUX
Maître Assistant ..... M. SAUTET

Organogénèse - Tératologie
Anatomie Générale - Anatomie Appliquée

CHAIRE DE PHYSIOLOGIE, PHARMACODYNAMIE ET THERAPEUTIQUE

Professeur titulaire ..... M. RUCKEBUSCH
Professeur sans chaire ..... M. FARGEAS
Maître Assistant Agrégé ..... M. TOUTAIN

Physiologie - Pharmacodynamie - Thérapeutique

CHAIRE D'HISTOLOGIE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE

Professeur titulaire ..... M. VAN HAVERBEKE
Professeur sans chaire ..... M. CABANIE
Maître Assistant Agrégé ..... M. MAGNOL

Histologie - Embryologie
Anatomie Pathologique - Clinique

CHAIRE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE

Professeur titulaire ..... M. LABIE
Maître de Conférences ..... M. EECKHOUTTE
Maître Assistant Agrégé ..... Mme BENARD

Hygiène - Inspection - Contrôle et Technologie des denrées alimentaires d'origine animale - Clinique

CHAIRE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES

Professeur titulaire ..... M. DORCHIES
Maître de Conférences ..... M. FRANC
Maître Assistant ..... M. DUCOS DE LAHITTE

Zoologie appliquée - Ecologie - Parasitologie externe -
Dermatologie - Parasitologie interne - Clinique

CHAIRE DE SEMIOLOGIE ET PATHOLOGIE MEDICALE
DES EQUIDES ET CARNIVORES ET DE LEGISLATION

Professeur titulaire ..... M. LESCURE
Maitre de Conférences ..... M. GUELFI
Maitre Assistant ..... M. REGNIER

Sémiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores
Législation Vétérinaire et Déontologie Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL
ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR

Professeur titulaire ..... M. TOURNUT
Maitre de Conférences ..... M. BEZILLE
Maitre Assistant ..... M. JOUGLAR
Maitre-Assistant ..... M. FAYOLLE

Sémiologie et Pathologie Médicale du bétail et des animaux de basse-cour
Clinique - Consultation itinérante

CHAIRE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE

Professeur titulaire ..... M. CAZIEUX
Maitre de Conférences ..... M. GENEVOIS
Maitre-Assistant ..... M. AUTEFAGE

Propédeutique et Sémiologie Chirurgicale - Radiologie - Technique Chirurgicale - Anesthésiologie
Pathologie Chirurgicale - Clinique - Traumatologie - Podologie orthopédique

CHAIRE DE PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Professeur titulaire ..... M. FERNEY
Professeur sans chaire ..... M. ROYAL

Pathologie de l'appareil génital et de la mamelle - Sémiologie et Propédeutique - Pathologie de la Reproduction - Obstétrique et pathologie du nouveau-né - Clinique - Consultation itinérante

CHAIRE DE MALADIES CONTAGIEUSES - ZOONOSES -
LEGISLATION SANITAIRE

Professeur titulaire ..... M. CHANTAL
Maitre Assistant ..... M. PICAVET

Epidémiologie - Maladies contagieuses - Zoonoses
Législation Sanitaire - Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE GENERALE - MICROBIOLOGIE - IMMUNOLOGIE

Professeur titulaire ..... M. LAUTIE
Maitre Assistant ..... M. PELLERIN
Maitre Assistant ..... M. MILON

Microbiologie - Immunologie - Pathologie Générale

CHAIRE D'ELEVAGE ET ECONOMIE

Professeur titulaire ..... M. QUEINNEC
Professeur sans chaire ..... M. DARRE
Maitre Assistant ..... Mme QUEINNEC

Ethnologie - Génétique animale - Extérieur - Zootechnie et Economie générales - Ethologie appliquée. Sciences, Techniques. Economie de l'Elevage et des Productionsanimales
Insémination artificielle - Organisation de l'Elevage

CHAIRE D'ALIMENTATION

Professeur titulaire ..... M. FALIU
Professeur sans chaire ..... M. GRIESS
Maitre Assistant ..... M. ENJALBERT

Botanique appliquée et Bromatologie - Agronomie - Alimentation

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

MM. les Professeurs : ANGELIER, ARMENGAUD, COMBES, COMBRET, CROS, FERNET, et MAZENC.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsable des opinions émises par les candidats (Délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924).

A mes Parents

En témoignage d'affection et de reconnaissance.

Qu'ils trouvent ici la modeste récompense de leurs efforts et de leur aide.

A ma Femme

A Toute ma Famille

A mes Amis.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547621_0068

A notre Président de THESE

Monsieur le Professeur ECALLE
de l'Université Paul-Sabatier
de Toulouse.

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de notre jury de Thèse.

Hommage très respectueux.

A notre Jury de THESE

Monsieur le Professeur GRIESS
de l'Ecole Nationale Vétérinaire
de Toulouse.

Qui nous a accueilli avec bienveillance et sympathie, nous a guidé de ses conseils et nous a fait l'honneur de juger ce travail.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre profonde reconnaissance.

Monsieur le Professeur CABANIE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire
de Toulouse.

Qui nous a fait le grand plaisir de faire partie de notre jury de thèse.

Avec l'expression de notre profonde estime.

A Monsieur Jacques HOLTZ, Ingénieur

Qui nous a inspiré le sujet de cette thèse et nous a aidé dans la rédaction de cet ouvrage.

Nos plus vifs remerciements.

PLAN D'ETUDE.

GENERALITES.

AVANT - PROPOS.
INTRODUCTION.

CHAPITRE -I- - DEFINITION DU MARC DE RAISIN.

CHAPITRE -II- - COMPOSITION CHIMIQUE ET CARACTERISTIQUES NUTRITIVES.

A. - COMPOSITION CHIMIQUE DES MARCS DE RAISIN EPUISES.

1. - Composition chimique brute.
2. - Composition minérale.
3. - Teneur en acides aminés.

B. - VALEUR NUTRITIVE DU MARC DE RAISIN EPUISE.

1. - Digestibilité du marc de raisin.
   - *a - Les résultats des expérimentations.*
   - *b - Discussion : les facteurs antinutritionnels du marc.*
     - *l'absence de valeur azotée.*
     - *la forte teneur en lignine.*
2. - Ingestibilité du marc de raisin.
3. - Calcul de valeur énergétique du marc de raisin.

CHAPITRE -III- UTILISATION DE MARC DANS DES REGIMES DESTINES A DES RUMINANTS.

I. - HISTORIQUE ET BILAN DES EXPERIMENTATIONS PORTANT SUR DES RATIONS CONTENANT DU MARC.

. En France.
. A l'étranger.

II. - METHODES DE CONSERVATION DES MARCS.

1. - Le marc frais et ses limites d'utilisation.
2. - Les marcs deshydratés.
3. - L'ensilage de marc.

III. - COMPORTEMENT ALIMENTAIRE ET REPONSES PHYSIOLOGIQUES DES RUMINANTS AUX DIFFERENTES RATIONS CONTENANT DU MARC.

1. - Influence de la présentation et de la qualité du produit sur sa consommation.
2. - Influence de la composition et de la complémentation de la ration sur le comportement alimentaire.
   a - niveau énergétique de la ration.
   b - niveau de la complémentation azotée.

IV. - EFFICACITE ALIMENTAIRE DU MARC DE RAISIN DANS UNE RATION COMPOSEE.

CHAPITRE -IV- APPLICATIONS PRATIQUES.

I. - APTITUDES DU MARC DE RAISIN AUX DIFFERENTES PRODUCTIONS CHEZ LES RUMINANTS.

1. - Ovins.
   . Agnelles d'élevage.

. *Agneaux et broutards à l'engraissement.*
. *Brebis laitières.*
. *Brebis gestantes.*

2. - Bovins.
. *Génisses d'élevage.*
. *Engraissement de jeunes bovins et taurillons.*
. *Vaches laitières.*

II. - LIMITES PRATIQUES ET ECONOMIQUES DE L'UTILISATION DU MARC DE RAISIN DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS.

III. - INCIDENCES PATHOLOGIQUES.

CONCLUSION GENERALE.

BIBLIOGRAPHIE.

°°°

AVANT - PROPOS

Hormis les nombreux classements possibles, les aliments du bétail peuvent être répartis en trois grandes catégories : les fourrages (herbe, foins, ensilages, fourrages deshydratés) et les aliments concentrés (céréales, graines farineuses, tourteaux et sous-produits agro-alimentaires divers d'origine animale et d'origine végétale) forment les deux premières et essentielles, réalisant d'ordinaire à elles seules la quasi totalité de l'alimentation du bétail. Une troisième catégorie d'aliments est formée par des sous-produits végétaux issus de l'industrie agro-alimentaire, et disponibles pour l'alimentation animale : pulpes et écorces d'agrumes, grignons d'olives, mélasses de canne à sucre, drêches de brasserie, déchets de conserveries de fruits, etc...

Dans des conditions normales, quand il n'y a pas de pénurie fourragère, ces derniers soit ne sont pas utilisés, soit le sont pour des animaux à faible exigence alimentaire.

L'intérêt qu'ils suscitent, et l'idée souvent reprise à certaines époques de recourir à leur plus large utilisation dans l'alimentation animale, proviennent de préoccupations multiples, diverses selon les pays ou les régions, mais parmi lesquelles on note principalement :

- le souci de combler les décalages souvent observés entre besoin de production animale et alimentation disponible, et les déficits commerciaux en viande, principalement bovine, qui en résultent dans certains pays méditerranéens ;

- les risques périodiques de pénurie fourragère dans certains de ces pays, en particulier lors des années sèches ;

- le coût d'entretien hivernal d'un troupeau dans des régions où l'approvisionnement en fourrages en est le chapitre le plus onéreux ;

- notons enfin le souci, dans certains cas, de diminuer la charge polluante engendrée par la concentration de certains résidus de l'industrie de transformation de produits agricoles.

Parmi ces sous-produits, le marc de raisin épuisé, issu des distilleries, est caractérisé par sa grande disponibilité dans les zones viticoles. En France, dans la seule région du Languedoc-Roussillon, sa production se situe en année moyenne entre 450 et 500.000 tonnes. D'autres régions où domine la vigne disposent de ce sous-produit en quantités importantes. Les disponibilités en marcs épuisés, dans certains cas proches des zones d'élevage, pourraient, si besoin était, être facilement récupérées et être utilisées dans l'alimentation animale.

Des études entreprises par des auteurs français et étrangers, essentiellement italiens, espagnols et chypriotes, rapportant des conclusions diverses permettent de penser à une possible utilisation de ce sous-produit pour l'alimentation des ruminants.

°°°

I N T R O D U C T I O N

L'utilisation du marc de raisin dans la ration des ruminants est une chose fort ancienne. Jules VENTRE (1930) fait état d'une publication de CAMBESSEDES en 1826 dans laquelle l'auteur signale l'emploi du marc à l'état frais dans la région de Montpellier et de Nîmes, et indique les tentatives faites pour le conserver par ensilage.

Henri MARES, dès 1851, attirait l'attention du public viticole sur l'intérêt de ce sous-produit au point de vue alimentaire, et posait en principe que celle-ci n'était diminuée en rien du fait, soit du lavage, soit de la distillation. En 1868, le Comte de LABAUME proposait dans un article adressé aux agriculteurs l'utilisation du marc de raisin pour l'engraissement des moutons et écrivait : "Si ce procédé était employé dans la suite avec succès par mes compatriotes, je m'estimerais heureux de le leur avoir recommandé".

Ce n'est qu'en 1876 qu'apparaît en France la première étude scientifique, dans une publication très documentée de DEGRULLY. La première étude de la digestibilité d'un marc, issu de distillerie, semble avoir été réalisée par FABRE et DUCLERT en 1909.

Un an plus tard, VERMOREL et DANTONY écrivaient : "On s'explique même difficilement, a priori, que les résidus du vignoble s'acheminent des champs ou du pressoir à la fosse à fumier, sans passer invariablement par le tube digestif des animaux de la ferme".

A. GROSS semblait rejoindre cette opinion quand il publiait dans un article de L'Union Ovine en 1935 : "On n'a jamais vu des agriculteurs jeter du foin mais on voit quotidiennement des agriculteurs laisser pourrir du marc dans un coin sans même l'utiliser comme fumier. N'a-t-on pas signalé des ignorants jetant le marc dans la rivière au risque d'empoisonner les poissons ? Les agriculteurs prévoyants soucieux d'économiser leurs réserves de foin feront bien de mettre soigneusement leurs marcs en silos et de ramasser autour d'eux le marc dédaigné par les voisins. Pas plus que leurs moutons ils n'auront à le regretter".

Ainsi, depuis de nombreuses années le marc de raisin a été utilisé de manière plus ou moins régulière comme fourrage d'appoint ou de secours par les éleveurs de moutons des régions méditerranéennes. Dans le Languedoc-Roussillon, traditionnellement certains utilisaient le marc épuisé issu des distilleries pour l'alimentation hivernale des brebis. Le marc conservé en silos, ou en tas dans l'hypothèse d'un approvisionnement régulier, était particulièrement bien accepté par les ovins et permettait des niveaux de performances satisfaisants.

Périodiquement depuis 1940, des expérimentations furent entreprises pour tenter de mieux cerner la valeur alimentaire et les possibilités d'introduction du marc dans des rations

destinées à des ruminants ; ces essais furent menés pour la plupart dans les pays méditerranéens, mais aussi dans certaines régions viticoles des Pays de l'Est.

En France, ce sous-produit de la vinification et de la distillation, disponible en quantité importante au moindre coût, peut dans certaines régions où la culture de la vigne cotoye un cheptel ovin et bovin d'une certaine importance être utilisé pour l'alimentation hivernale des ruminants.

Nous nous proposons de réaliser, par cette étude, une synthèse critique des nombreux travaux effectués sur cette question et d'en tirer les principaux enseignements.

°°°

C H A P I T R E -I-

DEFINITION DU MARC DE RAISIN.

--

A. - DEFINITIONS.

Le marc de raisin est constitué par les résidus solides de la fabrication du vin à partir de la vendange complète.

Le terme "marc de raisin" a un sens très général, et rassemble en fait, des produits d'une grande diversité. Les caractéristiques de ce sous-produit peuvent varier selon son origine, les proportions de ses divers constituants, le mode de vinification, les conditions de sa conservation, le procédé de distillation, et les traitements ultérieurs, mécaniques ou chimiques, dont il peut être l'objet en vue de sa valorisation.

La production d'un hectolitre de vin fournit en moyenne 12 à 14 kg. de marc entier à 40-45 p. 100 de matière sèche, qui après distillation, donne 16 à 18 kg. de marc entier épuisé à 30-35 p. 100 de matière sèche.

Le rendement en marc entier peut varier selon la nature du cépage mis en oeuvre : BOURDIER signale des rendements allant de 12 à 18,8 p. 100 pour des cépages rouges du Bordelais, et de 11,6 à 14,8 p. 100 pour des cépages blancs. Outre l'influence du cépage, BOURZEIX a montré l'existence de variations notables de ce rendement en fonction du mode de vinification et de l'état sanitaire de la vendange : le poids des marcs obtenus augmentant lorsqu'on passe de la vinification avec chauffage à la vinification classique et à la macération carbonique ; et la pourriture grise entraînant une augmentation des parties solides de la vendange.

Le marc entier, obtenu par pressurage, résulte donc de l'agglomération des rafles, des pulpes (essentiellement constituées par le péricarpe du fruit) et des pépins de raisin. Les proportions les plus courantes, signalées par PICCIONI, sont :

- rafles : 20 p. 100
- pulpes : 58 p. 100
- pépins : 22 p. 100.

Ces proportions peuvent varier selon le vignoble d'où les raisins proviennent, les variations climatiques de la région d'origine, le degré de maturité du raisin, la technique de vinification... Ces variations, telles qu'elles sont le plus couramment rapportées par la bibliographie, peuvent se situer ainsi :

- 20 à 28 p. 100 pour les rafles,
- 45 à 55 p. 100 pour les pulpes,
- 15 à 25 p. 100 pour les pépins.

L'influence du cépage semble avoir la plus grande importance sur les proportions respectives de ces divers constituants, ainsi que le montre une étude de CARPENTIERI réalisée en Italie (in MAYMONE). Cet auteur note, pour 10 cépages étudiés, des variations encore plus importantes que les précédentes :

13,4 à 26,7 p. 100 pour les rafles, de 47,9 p. 100 à 69,5 p. 100 pour les pulpes, et de 13,9 à 27,1 p.100 pour les pépins.

Le marc de raisin entier se trouve sous deux formes distinctes selon le type de vinification : le marc ordinaire provenant des vins rouges, qui ont fermenté au contact des parties solides du raisin, et le marc douc provenant de la séparation par le pressoir des moûts destinés à la vinification en blanc avant toute fermentation.

A la suite de la vinification, les marcs entiers sont généralement rétrocédés aux distilleries qui vont en extraire l'alcool résiduel. A cette fin, les marcs doux seront donc aussi fermentés, en silos, pour permettre la transformation de leurs sucres en alcool.

La législation française rend en effet obligatoire à tout producteur commercialisant plus de 50 hectolitres de vin, la livraison à l'Etat (Régie Nationale des Alcools) d'une certaine quantité d'alcool calculée en fonction de sa récolte et du type de produit qu'il élabore. Cet alcool sera obtenu par distillation des marcs et des lies. Une règlementation analogue existe par ailleurs, appliquée selon diverses modalités, dans tous les pays de la Communauté et dans la plupart des pays viticoles.

Cette législation fait qu'environ 15 p. 100 seulement des raisins traités ne donnent pas lieu à utilisation des sous-produits.

Les parcs disponibles pour l'alimentation animale sont donc exclusivement des marcs dits "épuisés", ayant subi le traitement de la distillation. Certains auteurs (LIZAL et SRAMEK 1976 ; DUMONT et TISSERAND 1978) signalent la possibilité d'incorporer dans des régimes destinés à des ruminants du marc non fermenté et non distillé (marc doux) ; ils conseillent alors leur

utilisation sous la forme deshydratée uniquement. En effet l'utilisation à l'état frais des marcs doux pourrait se révéler dangereuse pour le bétail, étant donné que leur conservation est éphémère, les sucres contenus se transformant rapidement en alcool. Quant aux marcs fermentés et non distillés, leur utilisation dans l'alimentation animale est généralement déconseillée en raison de leur teneur importante en alcool résiduel (CANTARELLI 1972).

B. - DISTILLATION DU MARC.

La distillation du marc est réalisée en France selon deux technologies donnant des sous-produits dont les caractéristiques peuvent varier : l'extraction à la vapeur et l'extraction par diffusion (ou lessivage). On parlait autrefois de marc "distillé" et de marc "lavé".

1. - EXTRACTION A LA VAPEUR.

L'alambic mobile représente le procédé le plus connu et le plus artisanal d'extraction à la vapeur. Cet alambic, fréquent jadis, tend à disparaître aujourd'hui en raison de sa faible capacité et a laissé place à des procédés de type plus industriel.

a - Les appareils à fonctionnement discontinu.

Issus de l'alambic, ces appareils sont des chaudières de capacité moyenne (250 à 500 kg.) dans lesquelles le marc entier est traversé par un courant de vapeur d'eau ; cette vapeur enrichie en alcool est ensuite rectifiée et condensée. Au bout

d'un certain temps le marc épuisé est évacué et remplacé par une charge fraîche. Ces chaudières sont généralement montées par groupe de façon à assurer à l'appareil de distillation une alimentation continue en vapeur alcoolique, réalisant ainsi un traitement des marcs en semi-continu.

Cette méthode permet la production d'eau de vie de bonne qualité et fruitée, destinée à la consommation humaine (alcool de bouche) et d'alcool à haut degré dont la teneur en méthanol est réduite. Ce système semi-industriel permet de traiter 5 à 8 tonnes de marc par jour.

b - Les appareils modernes de distillation continue.

Ces appareils résultent d'une adaptation du système précédent, rendue nécessaire par le regroupement des unités de distillation et par conséquent la plus grande quantité de marc à traiter par la même entreprise. Mise au point par les italiens, cette méthode permet d'associer la technique traditionnelle d'extraction à la vapeur à un rendement industriel important. Le procédé BERTI consiste à envoyer le marc de raisin entier, en continu, dans un convoyeur à vis sans fin dans lequel remonte à contre sens un jet de vapeur d'eau ; les flegmes obtenues sont rectifiées et condensées dans des colonnes de distillation. Ce type d'installation permet de traiter 30 à 100 tonnes de marc par jour, selon le nombre de colonnes utilisées.

Le marc épuisé obtenu par le procédé à la vapeur a une teneur en matière sèche d'environ 30 p. 100.

2. - EXTRACTION PAR DIFFUSION.

Le procédé d'extraction de l'alcool par diffusion est le plus répandu en France, principalement dans la zone méridionale. Il consiste à laver par passages successifs d'eau les marcs

qui ont été placés dans une batterie de 6 à 10 cuves. Par le bas de chaque cuve, on fait entrer un flux d'eau qui après avoir traversé toute l'épaisseur du marc, passe par une ouverture contenue dans la partie haute de la cuve et de là, par un tube, pénètre dans le fond d'une deuxième cuve et ainsi de suite. Lorsque le marc a été lavé par environ 6 fois son volume d'eau, celle-ci est récupérée (dans la dernière cuve), et constitue la piquette qui sera soumise à distillation pour obtenir l'alcool. Le rendement de ce type de procédé, fonction des dimensions de l'installation, varie de 50 à 300 tonnes de marc traitées journellement.

Une adaptation de cette technique, mise au point par les italiens (procédé FRILLY), permet de réduire l'importance des installations. Elle consiste à faire passer successivement l'eau en cascade à travers les marcs contenus dans des bacs d'une contenance d'environ 100 kg., disposés sur des couronnes superposées et tournantes. L'appareil, qui travaille en continu, permet d'épuiser les marcs plus rapidement tout en réduisant le lessivage. Sa capacité de traitement est d'environ 100 tonnes par jour.

Bien qu'il soit difficile de mettre en parallèle ces deux technologies, nous pouvons noter quelques points particuliers, permettant de comparer l'intérêt de chacune d'elles.

Le procédé par diffusion semble permettre un meilleur épuisement des marcs que le procédé à la vapeur, associé à un rendement journalier supérieur. De plus, son coût d'installation est moindre. Par ailleurs, cette technique davantage statique est moins sujette à des ennuis mécaniques, mais suppose une installation au sol plus importante. Elle est surtout retenue par les grandes unités de distillation.

Le procédé d'épuisement à la vapeur permet en revanche -comme nous le verrons plus loin dans notre étude- la production d'un marc de raisin davantage apprécié par les animaux. Il convient de noter à ce sujet que les quelques distilleries

utilisant le procédé vapeur, revendent la plus grande partie de leurs marcs épuisés sous forme fraîche ou deshydratée pour l'alimentation animale. D'autre part, l'adoption de ce procédé peut permettre de concilier une installation de plus faibles dimensions et un rendement compatible avec un usage industriel, pour une capacité de traitement de l'ordre de 5 à 10.000 tonnes de marc par an (cas d'une entreprise de dimension moyenne). De plus, MOURGUES (1978) a montré par ses nombreux travaux que le procédé d'épuisement par la vapeur engendrait une pollution beaucoup plus faible que celle résultant de la distillation par diffusion.

C. - DIFFERENTS MARCS DISPONIBLES ET APPROVISIONNEMENT.

Comme pour la vinification, l'industrie de la distillation est réalisée en grande partie par le secteur coopératif. Un regroupement progressif depuis une quinzaine d'années a entraîné une disparition de la plupart des petites unités de distillation. Dans les unités de dimension moyenne, le marc est distillé à partir du mois de septembre et jusqu'au mois de décembre. Pour les entreprises de grande importance, disposant d'une énomre capacité de stockage par ensilage des marcs, la campagne s'étend fréquemment jusqu'au mois de mars ou avril. Il est donc possible d'envisager un approvisionnement en marc de raisin durant toute la période hivernale. Pour un usage alimentaire de ce sous-produit il paraît cependant préférable d'en prévoir l'achat le plus rapidement possible en début de campagne. En effet, les distilleries maîtrisant parfaitement la technique de l'ensilage sont encore peu nombreuses. De plus, la capacité d'épépinage (voir schéma ci-après) des usines est généralement insuffisante par rapport au potentiel de traitement des cuves de diffusion ; il en résulte que le marc épuisé attend fréquemment plusieurs semaines avant d'être épépiné, et s'oxyde donc de façon importante avant la vente éventuelle en produit frais.

Les différents types de produits disponibles pour l'alimentation animale peuvent être classés, malgré une diversité importante selon les distilleries, en trois catégories :

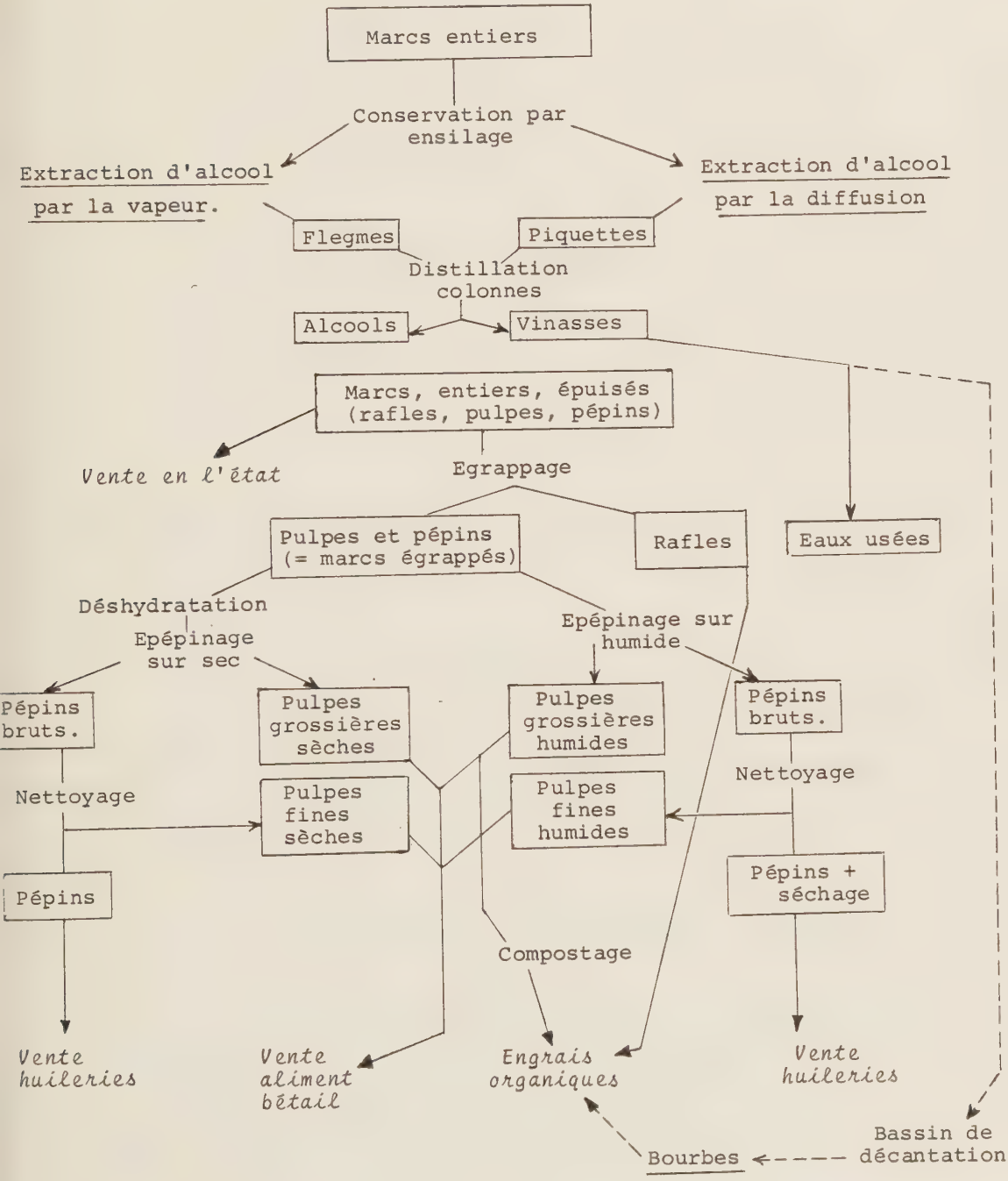
1° - *Le marc de raisin épuisé entier* contenant pépins, pulpes et rafles, de type "vapeur" ou de type "diffusion". Cette valorisation intéresse surtout les petites distilleries qui ne sont pas équipées pour trier les différentes parties du marc. Nous verrons par la suite l'intérêt majeur de ce produit dans l'alimentation des ruminants.

2° - *les pulpes grossières*, contenant les pulpes et les peaux les plus grosses, les pépins creux, les pédicelles et quelques fragments de rafles ; elles sont issues lors de l'épépinage.

3° - *les pulpes fines*, contenant les particules les plus fines de pulpes et de peaux, appelées aussi pulpes de ventilation ou "terreau", et résultant du nettoyage des pépins bruts.

Des possibilités récentes de valorisation du marc de raisin, notamment le paiement des pépins à la qualité et la perspective d'extraction des colorants anthocyaniques, ont amené récemment les industriels à prévoir un stockage et un traitement des marcs dans des conditions plus satisfaisantes qu'auparavant. Le sous-produit disponible pour l'alimentation animale a bénéficié de cette politique et les éleveurs peuvent ainsi disposer d'une matière première de meilleure qualité.

Schéma des différentes interventions réalisées sur le marc entier et des diverses voies permettant de le valoriser (S. I. E. L. R.[13]).



C H A P I T R E -II-

COMPOSITION CHIMIQUE ET CARACTERISTIQUES NUTRITIVES.

--

A. - COMPOSITION CHIMIQUE DES MARCS DE RAISIN.

1. - COMPOSITION CHIMIQUE BRUTE.

La composition chimique des marcs de raisin épuisés peut varier dans des limites assez vastes et dépend de divers facteurs, parmi lesquels on retient principalement les proportions de rafles, pépins et pulpes qu'ils contiennent, la variété du raisin utilisé, et le type de distillation mis en oeuvre.

Les principales variations qui peuvent intervenir concernent les teneur en lipides, en cellulose et en cendres.

- Les variations de la teneur en lipides du marc sont essentiellement dues à la quantité de pépins qu'il contient. Dans ces pépins, les matières grasses représentent de 6,5 à 22 p. 100 de la matière sèche selon la variété du raisin. La richesse en huile extractible des pépins est voisine de 12 p.100.

- La teneur en cellulose brute (cellulose Weende) du marc de raisin dépend des quantités respectives de pépins, rafles et pulpes que renferme le sous-produit étudié. La teneur en cellulose des pépins est très importante (proche de 50 p.100) celle des rafles est intermédiaire et celle des pulpes beaucoup plus faible (environ 13 p. 100).

- La teneur en matières minérales est très influencée par les impuretés (terre, ...) introduites dans la vendange au moment de la récolte ou directement dans le marc à l'occasion des opérations de transport et de manipulations diverses, subies par le sous-produit dans les distilleries (dans le cas des "pulpes" principalement). Cette teneur peut être diminuée dans des proportions variables par divers traitements (lavages) subis par le marc dans le cas de la distillation par diffusion ; une grande partie des sels solubles est en effet extraite par cette opération.

Pour illustrer ce que nous avons dit précédemment, voici un tableau des compositions chimiques, sensiblement différentes, de chacun des trois composants du marc de raisin.

.../...

Tableau n° 1 : Composition chimique de la pulpe, des rafles et des pépins du marc de raisin (% de la matière sèche). (Selon MUNTZ in VERMOREL 1910(1); MAYMONE et PETRUCCI 1945 (2)).

		Pulpes	Rafles	Pépins
(1)	Matières Azotées Totales	13,3	7,87	10,31
	Matières Grasses	3,9	1,42	7,02
	Cellulose Brute	13,60	19,80	42,30
	Matières Minérales.	17,20	7,44	3,46
	Extractif Non Azoté	50,20	60,13	34,00
(2)	Matières Azotées Totales	14,56	10,96	10,03
	Matières Grasses	4,93	3,24	7,91
	Cellulose Brute	12,36	20,15	47,68
	Matières Minérales	12,96	8,80	3,92
	Extractif Non Azoté	55,19	56,85	30,36

. - *Composition chimique des marcs épuisés utilisés à l'état frais.*

Les premières analyses réalisées en France et concernant ce type de sous-produit, datent du siècle dernier et sont dues à des savants tels que DEGRULLY, MUNTZ et BOUSSINGAULT.

FABRE publie, lors d'une étude très complète réalisée en 1909 à l'Ecole d'Agriculture de Montpellier, les analyses suivantes concernant les marcs épuisés entiers :

Tableau n° 2 : (en % de la matière sèche).

Références.	Nature du marc	M. S.	MAT.	M. G.	C. G.	ENA
BOUSSINGAULT	Marc distillé	28,4	13,2	5,98	14,43	55,28
MUNTZ	Marc lavé	36,3	11,46	2,75	22,39	49,20
DUCLERT	Marc lavé	36,4	14,21	4,25	18,01	55,21
FABRE	Marc lavé	39,2	13,39	5,39	33,83	40,83

Les résultats obtenus par VENTRE (1909) sont très voisins ; ils permettent cependant de montrer l'influence de l'égrappage et de l'épépinage sur la composition du marc entier :

Tableau n° 3 : Influence de l'égrappage et de l'épépinage sur la composition chimique du marc (selon VENTRE). (Composition pour 100 g. M. S.).

Type de marc.	Mat. sèche	Mat. azotée	Mat. grasse	Cell. brute	Mat. minérale.	E.N.A
Marc distillé entier.	30	11,76	6,23	28,63	6,26	47,10
Marc distillé égrappé	30	14,03	6,9	28,00	4,40	46,66
Marc distillé épépiné	30	13,86	4,06	19,40	7,83	54,83
Marc égrappé et épépiné	30	17,5	5,6	14,06	8,33	54,50

Plus récemment, des analyses réalisées en Italie et en France essentiellement, permettent de comparer les différents types de marcs disponibles à l'état frais pour l'alimentation des animaux :

Tableau n° 4 : Composition chimique brute des divers types de marcs de raisin disponibles (en % de la M. S.).

Type de marc / Constituants.	Marc distillé égrappé	Marc entier épuisé		Marc entier épuisé.		Pulpes grossières.	Pulpes fines	Pulpes fines et grossières 50 - 50 %
		Vapeur	Diffus°	Vapeur	Diffus°			
Matière sèche.	*	32,8	32,7	35,43	34,51	31,48	33,43	32,93
Matières azotées totales.	14,35	13,1	11,9	11,95	11,82	16,83	14,45	15,03
Matières grasses	8,27	8,30	*	*	*	*	*	7,18
Cellulose Weende	22,33	24,2	29,0	26,24	26,44	16,38	14,45	22,07
Matières minérales	6,31	6,8	5,6	5,43	5,37	9,03	10,90	6,86
E. N. A.	48,74	47,6	*	52,18	53,71	*	*	48,85
Références	MAYMONE PETRUCCI 1945	REYNE & GARAMBOIS. 1977		MATRAY et Collaborateurs - 1977				

* - Valeur non déterminée.

En règle générale, à la sortie de la distillerie, la teneur en matière sèche des marcs de raisin est voisine de 33 p. 100, la teneur en matières azotées totales varie de 10 à 18 p. 100, (environ 12 p. 100 pour les marcs épuisés entiers), selon le type de produit ; le taux de matières azotées étant légèrement plus élevé dans les marcs égrappés et épépinés. Les teneurs en cellulose Weende peuvent varier entre 16 et 28 p. 100 de la matière sèche, selon les références. Il semble cependant que les méthodes d'analyses sous-estiment la véritable teneur en cellulose et en lignine du produit (voir chapitre concernant la digestibilité). Il convient surtout de noter ici que le contenu en cellulose brute est plus faible dans les marcs épépinés et les marcs égrappés (ou "pulpes"). Les matières minérales, enfin, sont en quantités généralement importantes mais cependant très variables.

La technique de vinification et le cépage ont également une influence notable sur la composition chimique du marc de raisin frais. Cette influence a été matérialisée par MAYMONE et PETRUCCI (1945), sur des marcs issus d'un cépage rouge et d'un cépage blanc provenant d'une même localité. Ces auteurs considèrent que les marcs fournis par les raisins rouges ont tendance à être plus riches en cellulose Weende et en matières grasses que les marcs provenant des raisins blancs.

Tableau n° 5 : (en % de la matière sèche).

COMPOSITION CHIMIQUE	Marc issu d'un cépage.	
	Blanc	Rouge
Matière sèche.	23,51	36,28
Matières Azotées Totales	12,81	12,32
Matières Grasses	5,38	5,72
Cellulose Brute	23,64	28,32
Matières Minérales	9,07	9,70
Extractif Non Azoté	49,10	43,94

. - *Les marcs de raisin épuisés utilisés sous forme deshydratée.*

Cette forme de présentation tend à se développer, le marc de raisin étant aujourd'hui une matière première peu onéreuse. La pulpe deshydratée est alors fréquemment compactée et revendue par les distilleries sous forme de "bouchons" de 2 cm. environ de longueur et 0,5 cm. de diamètre. Les farines de marcs sont parfois incorporées à des pourcentages variables (généralement faibles) dans certaines formules d'aliment du bétail.

AMERINE relatait en 1967 que "beaucoup de distilleries (aux U. S. A.) pratiquent une deshydratation des marcs qui sont ensuite utilisés comme aliment, principalement pour les vaches laitières. Au mieux, ils ne constituent qu'un complément, leur principal inconvénient étant une forte teneur en cellulose".

De nombreux auteurs ont utilisé du marc deshydraté pour mesurer sa digestibilité ou pour évaluer les possibilités de son introduction dans des régimes destinés à des ruminants.

La composition chimique du marc deshydraté utilisé par ces auteurs est assez semblable, et les quelques variations enregistrées sont essentiellement dues à l'éraflage ou l'épépinage plus ou moins poussé de certains de ces marcs. La composition moyenne reste cependant peu variable et peut être considérée comme représentative de ce type de produit.

.../...

Tableau n° 6 : Composition chimique du marc de raisin épuisé et deshydraté.

Références.	Mat. sèche	Mat. azotée	Mat. grasse	Cell. brute	Mat. minér.	E.N.A.
FEVRIER et Coll.	89,3	17,2	4,5	29,6	13,4	35,5
SARTI	91,3	15,76	6,22	23,22	4,5	50,29
SANCHEZ et SMILG	*	11,79	10,95	26,33	5,27	45,66
FOLGER	89,68	14,55	7,23	30,68	6,41	41,11
MORRISON	91,0	13,4	7,6	33,2	5,5	40,3
ECONOMIDES & all.	92,5	12,3	8,5	35,4	4,6	39,2
HONCAMP & BLANCK	*	17,6	4,22	27,21	12,52	38,44
TRET'JAKOV	89,5	12,62	8,04	32,51	5,92	40,89
DZINIC et Coll.	82,6	12,9	9,4	36,7	3,6	37,2
Moyenne arithmétique	89,41	14,23	7,40	30,54	6,85	40,95

Nota :

Comme nous l'avons signalé dans le premier chapitre, on peut dans certaines régions disposer de marcs doux (non fermentés et non distillés), sous la forme deshydratée ; ils possèdent une composition chimique différente de celle des marcs épuisés, principalement en ce qui concerne la fraction glucidique. En raison de leur faible importance vis à vis de la totalité des produits disponibles, ils ne font pas partie de notre étude.

Les différents résultats d'analyses que nous venons de rapporter, révèlent une teneur en cellulose du marc de raisin relativement faible (cellulose Weende). Cette teneur peut parfois être inférieure à celle mesurée pour des fourrages plus traditionnels (foin et surtout paille). Si cette particularité a maintes

fois été à l'origine de l'intérêt qu'a suscité ce sous-produit d'un point de vue alimentaire, il convient cependant de considérer la teneur en lignine de cette "cellulose brute". En effet la richesse en lignine de la cellulose diminue sa digestibilité et la rend peu utilisable par les ruminants.

Tableau n° 7 : Teneur en lignine du marc de raisin.

Références.	Nature du marc.	% de la Mat. sèche	% de la C. Weende
MAYMONE et PETRUCCI (1945)	Marc entier :		
	. de raisin rouge	16,69	58,93
	. de raisin blanc	12,22	51,67
	. de raisin distillé	11,47	51,38
SARTI (1970)	Marc égrappé et épépiné	9,08	39,12
SANCHEZ-V. et SMILG (1971)	Marc égrappé	12,75	48,42

La teneur en lignine du marc frais est fonction des proportions de pulpes, rafles et pépins qu'il contient. Les pépins sont les plus riches en cet élément, les pulpes et les rafles semblent en renfermer beaucoup moins.

Tableau n° 8 : Teneur en lignine des pépins, des rafles et des pulpes d'une variété de raisin rouge (selon MAYMONE - 1945).

Constituant.	Pourcentage de la matière sèche	Pourcentage de la Cellulose brute.
Rafles	7,03	34,87
Pulpes	5,22	30,06
Pépins	34,95	77,34

2. - COMPOSITION MINERALE.

Malgré les variations importantes de la teneur minérale globale des marcs (de 4 à 13 p. 100), les différentes analyses rencontrées dans la bibliographie s'accordent pour constater une composition centésimale dont les caractéristiques sont relativement constantes.

(Voir tableau ci-après).

Ces résultats peuvent varier dans des proportions importantes, selon le pourcentage d'impuretés terreuses présent sur les grappes vendangées et sur les pulpes de distilleries, selon le mode de distillation, et selon les proportions de rafles, pulpes et pépins contenues dans le marc. En effet, GRASSO et al., cités in MAYMONE, constatent une composition minérale très différente pour chacun de ces trois éléments.

En règle générale, les résultats français et étrangers signalent que le marc est bien pourvu en calcium (6 à 8 g/kg.) et en potassium (15 à 30 g./kg.) ; ses teneurs en phosphore sont marginales. Il est carencé en sodium (0,05 à 1 g/kg) et relativement riche en soufre (de l'ordre de 2 g/kg. de M.S.).

La teneur en cuivre (65 à 100 ppm de la M. S.) est très importante et pourrait se révéler trop élevée pour les ruminants ; nous savons en effet que le seuil de toxicité théorique est de 15 à 20 ppm/kg de M.S. chez les ovins et de l'ordre de 100 ppm/kg. chez les bovins. Ce point particulier, intéressant d'un point de vue toxicologique sera abordé plus loin.

En ce qui concerne le rapport Ca/P, SARTI signale une valeur de 3,65. Pour les autres références ce rapport se situe aux alentours de 3.

Tableau n° 9 : Composition minérale du marc de raisin (par rapport à la M.S.).

En g./kg.							
Soufre	2,45	2,53	1,92	2,85	*	*	*
Phosphore	2,00	2,00	2,36	2,68	2,2	2,2	2,06
Calcium	9,00	6,65	6,32	7,86	8,0	8,1	6,1
Potassium	31,13	26,78	29,60	13,20	*	11,5	17,0
Sodium	0,05	0,07	0,13	1,40	*	2,6	0,34
Magnésium.	0,58	0,61	0,93	1,23	0,5	1,5	1,6
En mg./kg.							
Fer	1.645,70	1.107,15	759,00	1.260,00		738,0	218,0
Manganèse	26,20	26,26	21,42	*	33,1	25,0	10,0
Cuivre	89,4	85,08	64,64	*	*	25,0	*
Zinc	24,0	38,34	21,23	*	*	16,0	*
Références.	SIELR - ITEB 1975			MAYMONE 1945	SARTI 1970	ECONOMIDES 1974	SANCHEZ 1971

3. - TENEUR EN ACIDES AMINES.

Les teneurs en acides aminés d'un produit permettent d'estimer la valeur biologique de ses protéïnes. Bien que les matières azotées du marc, mises en évidence par l'analyse, soient peu digestibles, certains auteurs ont mesuré les teneurs en acides aminés des protéïnes qu'il contient (tableau n° 10).

Les résultats rapportés par SANCHEZ V. et SMILG (1971), et SARTI (1970), signalent des valeurs pour de nombreux autres acides aminés. Nous en avons volontairement limité l'énumération pour n'indiquer que des valeurs qui puissent être comparées à celles constatées en France et publiées par MATRAY (1977).

Tableau n° 10 : Teneur en acides aminés du marc de raisin (p. 100 g. de Protéïnes).

Nature du produit / Acides aminés	Pulpes fines diffusion.	marc entier vapeur	marc de raisin égrappé	farine de marc égrappé.
M. A. T. / M. S.	14,45	11,95	15,76	11,79
Valine	5,05	4,60	6,23	3,81
Cystine	1,10	0,92	0,13	absence
Méthionine	1,38	1,17	0,53	1,02
Isoleucine	4,08	3,68	4,56	4,66
Tryptophane	1,45	0,75	0,43	traces
Lysine	6,09	4,68	8,31	5,09
Histidine	2,63	2,09	3,10	traces
Arginine	4,36	4,68	3,56	5,51
Phénylalanine	*	*	3,41	5,00
Références	MATRAY (SIELR-ITEB) 1977		SARTI 1970	SANCHEZ V. SMILG 1971

Les principales variations entre les résultats des trois références bibliographiques dont nous disposons, concernent les teneurs en cystine, méthionine et lysine des différents types de marc retenus.

Nous remarquons essentiellement que le marc de raisin est pauvre en acides aminés soufrés (cystine et méthionine) et en tryptophane.

Si le problème de la qualité des protéïnes est très important dans l'alimentation des porcs et des volailles, nous savons qu'il se trouve en grande partie résolu chez les ruminants, grâce à l'activité de biosynthèse protéïque de la flore du rumen. Les protéïnes microbiennes, synthétisées à partir de l'ammoniac issu de la dégradation des matières azotées alimentaires, sont en effet, constituées de pratiquement tous les acides aminés indispensables à l'organisme (SOLTNER, 1970). Il ne serait donc pas nécessaire de chercher à fournir systématiquement aux ruminants des protéïnes qualitativement complètes.

Cependant, au sujet de ces protéïnes élaborées par la flore microbienne, JARRIGE et Coll. (in INRA 1978) écrivent : "Il semble que la synthèse microbienne dans le rumen permette de couvrir les besoins en acides aminés indispensables d'animaux à l'entretien ou ayant à assurer une production faible". Pour les ruminants, comme cela est connu pour les monogastriques, certains acides aminés pourraient s'avérer limitants dans le cas de certaines productions : "La méthionine est l'acide aminé dont la fourniture par le tube digestif aux tissus est la plus critique, quelle que soit la production considérée" (JARRIGE et Coll. INRA 1978). La lysine serait aussi un acide aminé limitant dans le cas de la lactation comme dans le cas de bovins en croissance. Phénylalanine pour la production laitière et thréonine pour la production de viande sont aussi cités.

Dans le cas particulier du marc de raisin distribué à des ruminants, la méthionine semblerait donc être un facteur limitant de la qualité de ses protéïnes.

En fait, sur le plan pratique, nous verrons dans les prochains chapitres combien le problème essentiel posé par les matières azotées du marc est avant tout un problème quantitatif.

B. - VALEUR NUTRITIVE DU MARC DE RAISIN.

La connaissance acquise par les informations précédentes sur la valeur et la composition des différents types de marc de raisin disponibles pour l'alimentation animale serait très incomplète, si nous ne pouvions aborder la valeur nutritive de ce type de sous-produit.

Sa faible teneur en cellulose brute et son contenu élevé en matières azotées totales pourraient laisser supposer que la valeur nutritive du marc est intéressante. Cette hypothèse a justifié la réalisation de nombreux essais dans les pays du pourtour méditerranéen.

1. - DIGESTIBILITE DU MARC DE RAISIN.

a. - Les résultats des expérimentations.

De nombreux auteurs ont mesuré les coefficients de digestibilité apparente des constituants du marc de raisin à partir de bilans réalisés avec des moutons ou des porcs, maintenus en cages à métabolisme. FABRE et DUCLERT, au début de ce siècle, avaient fait porter les toutes premières recherches de digestibilité du marc, chez le cheval puis chez le mouton.

Notre propos étant d'étudier les possibilités d'utilisation de ce sous-produit par les ruminants, nous ne retiendrons que les résultats obtenus à partir des moutons (tableau n° 11).

Certains de ces auteurs ont déterminé la digestibilité apparente du marc de raisin avec des régimes où ce sous-produit était associé dans la ration journalière, soit à du foin de Légumineuse (MAYMONE et PETRUCCI 1945), soit à du foin de Graminée (HONCAMP et BLANCK 1919 ; SARTI 1970). Dans ce cas les coefficients d'utilisation digestive ont été estimés par différence, en supposant qu'il n'y avait pas de phénomène de digestibilité associative.

FOLGER (1940), et REYNE et GARAMBOIS (1977) donnent des résultats obtenus d'une part avec un régime mixte, marc + foin de luzerne (méthode indirecte), et d'autre part, avec une méthode directe pour laquelle les animaux recevaient du marc de façon exclusive.

Les résultats publiés par FEVRIER, GASNIER et LEROY indiquent les valeurs moyennes de deux périodes de mesure. Pour une des périodes le marc était associé à de l'orge, pour permettre une mesure indirecte de la valeur de ce sous-produit ; dans l'autre période, le marc constituait le seul élément de la ration.

Dans les autres références, les valeurs obtenues proviennent d'une mesure directe des coefficients avec un régime constitué uniquement de marc de raisin.

Quel que soit le type de marc utilisé dans leurs expérimentations, les divers auteurs s'accordent pour signaler une digestibilité de la matière organique du marc épuisé, voisine de 30 p. 100.

La digestibilité des matières azotées totales est également très faible. Elle semble se situer, selon les références dont nous disposons, entre 10 et 20 p. 100.

Tableau n° 11 : Digestibilité apparente des divers constituants du marc de raisin.

Type de marc.	Matières azotées.	Matières grasses.	Cellulose brute	E.N.A	Matière organique	Références.
Marc distillé	5,23	58,92	5,12	42,17	29,15	MAYMONE et PETRUCCI - 1945
Farine de marc.	9,1	41,4	14,3	24,8	19,2	HONCAMP et BLANCK - 1919
Farine de marc égrappé.	Valeur négative	44,81	37,72	33,89	29,62	SARTI - 1970
Marc entier déshydraté	9,23	59,11	14,04	25,65	24,29	FOLGER - 1940
	16,1	71,4	27,1	23,0	27,3	
Marc entier distillé vapeur	8	62	23	*	28	REYNE et GARAMBOIS - 1977
	13	*	26	*	28	
Marc égrappé déshydraté	29,8	29,2	49	33,8	38	FEVRIER et Coll. - 1944
Farine de marc égrappé.	21,7	71,2	16,6	34,6	32,2	SANCHEZ V. et SMILG - 1971
Marc distillé	15,9	49,3	26,4	36,5	33,6	DUCLERT (in FABRE) - 1909
Marc déshydraté	19,5	*	*	*	29,7	ECONOMIDES - 1974

* - Valeur non déterminée ; [ ] - calcul des coefficients par différence (méthode indirecte).

On peut noter en outre, que le coefficient de digestibilité des matières grasses est proche en moyenne de 50 p.100 celui de l'extractif non azoté voisin de 35 p. 100, et celui de la cellulose brute de l'ordre de 25 p. 100 dans le cas des marcs épuisés entiers.

En ce qui concerne la digestibilité des lipides, MAYMONE et PETRUCCI (1945) pensent que celle-ci est influencée en sens favorable par le contenu en lipides des pépins, le coefficient maximal étant rencont'é dans les marcs entiers, le plus faible dans les marcs privés de la majeure partie des pépins (marcs égrappés et épépinés, ou "pulpes").

L'utilisation digestive de la cellule brute, qui apparaît particulièrement faible , serait influencée de manière défavorable par les quantités de rafles et de pépins, plus riches en fibres non digestibles, comme le montrent les résultats plus faibles dans le cas des marcs entiers par rapport aux marcs égrappés et épépinés.

Le mode de distillation peut aussi avoir une influence très importante sur la digestibilité globale des marcs épuisés. Cette influence, sensible sur tous les constituants de la matière organique, a été matérialisée par REYNE et GARAMBOIS (1977) : si l'analyse chimique ne leur avait pas permis de mettre en évidence une différence significative entre marc entier "vapeur" et marc entier "diffusion", il apparaît en revanche que le procédé d'épuisement par diffusion produit un marc beaucoup moins digestible :

.../...

Tableau n° 12 : Digestibilité des différents constituants du marc en fonction de son traitement (selon REYNE et GARAMBOIS 1977).

Constituants.	Digestibilité en %	
	Marc "vapeur".	Marc "diffusion".
Matières azotées totales	13 (10 à 17)	2 (- 28 à + 27)
Cellulose brute	26 (15 à 38)	12 (2 à 20)
Matières grasses	*	*
Matière organique	28 (24 à 31)	14 (- 1 à + 24)

Remarque :

Les coefficients de digestibilité nettement plus faibles pour le marc" diffusion", sont en outre beaucoup plus variables dans le cas de cet aliment. Nous rapprocherons ces résultats de ceux obtenus, par les mêmes auteurs et dans la même expérimentation, concernant les quantités ingérées (paragraphe 2) : les marcs ayant été distribués comme aliment exclusif dans ces essais, une très faible consommation volontaire du marc "diffusion" accompagnait sa faible digestibilité, ceci caractérisant donc une qualité nettement moins bonne et beaucoup plus variable de ce produit ; et malgré une composition chimique brute presque identique à celle du marc "vapeur". Les raisons d'un tel phénomène seront évoquées plus loin.

—

Nous pouvons déduire de l'ensemble des C. U. D. obtenus par les divers auteurs, la composition moyenne d'un marc épuisé de bonne qualité en principes digestibles. Nous retiendrons essentiellement que ce sous-produit contient environ 280 à 300 g. de matière organique digestible, et de l'ordre de 15 à 20 g. de protéïnes digestibles par kg. de matière sèche (M. A. D.). Cette teneur en M. A. D. apparaît particulièrement faible, compte tenu de la quantité élevée de matières azotées totales présente dans le marc (14 % en moyenne de la M. S.).

b - Discussion : les facteurs antinutritionnels du marc.

Les constatations faites dans le paragraphe qui précède, nous conduisent à faire plusieurs remarques concernant la valeur de ce sous-produit.

1° - L'absence de valeur azotée du marc de raisin.

Hormis la faible valeur du coefficient de digestibilité des matières azotées, il convient de faire ici une deuxième observation importante.

SARTI (1970) a obtenu, par une méthode indirecte de mesure des coefficients d'utilisation digestive (C. U. D.), une valeur négative du coefficient relatif aux matières azotées. Cet auteur en conclut que la méthode de calcul par différence n'est peut-être pas rigoureuse, et que la présence de marc dans le régime expérimental a pu avoir un effet dépressif sur la digestibilité des protéïnes du foin de Graminée qui était associé. En faveur d'une telle hypothèse, nous remarquons par l'examen de l'ensemble des coefficients obtenus par les divers auteurs, que le C. U. D. des matières azotées obtenu avec le marc seul est presque toujours deux fois plus élevé que celui calculé par différence ; cet écart est particulièrement significatif lorsque les auteurs ont utilisé les deux méthodes de mesure pour un même type de produit. REYNE et GARAMBOIS (1977) remarquent, chez certains animaux en expérience, que le marc introduit dans la ration marc + foin de luzerne a pour effet de diminuer l'utilisation digestive des protéïnes de la luzerne.

On ne peut s'empêcher de comparer ce phénomène à celui observé par CHARLET-LERY, LEROY et ZELTER (1955) pour les marcs de pomme. Ces auteurs constatent en effet que la fraction azotée du marc de pomme est strictement indigestible pour les moutons et les porcs, et que la présence de marc dans un régime

mixte semble même déprimer légèrement l'utilisation digestive de l'azote globale de la ration.

THERIEZ et BOULE (1970) observent le même phénomène dans leur étude de la valeur alimentaire du tourteau d'olive et montrent en outre, que l'apport de pulpe d'olive entraîne une réduction de l'activité de la flore du rumen.

Les auteurs de ces deux références attribuent les effets observés aux substances tanoïdes présentes dans ces produits et suggèrent qu'elles pourraient agir, d'une part en insolubilisant les protéïnes de la ration, et d'autre part en gênant le métabolisme des bactéries du rumen ou en exerçant même une inhibition de l'action enzymatique digestive.

On peut penser à un mécanisme analogue dans le cas du marc de raisin, qui contient des quantités importantes de tanins. SINGLETON et ESSAU (1969) nous montrent en effet que 50 à 60 % des polyphénols totaux contenus dans la grappe de raisin sont constitués de tanins, soit environ 2 à 3 g. par kg. de vendange. Ces tanins se trouvent essentiellement dans les parties solides du raisin, et répartis pour la baie selon 4/5 dans les pépins et 1/5 dans le péricarpe. Selon TUJAGUE (1970), ces substances représenteraient 1 à 2 p. 1000 du poids des baies et 2, à 3,5 p. 1000 du poids des rafles.

Sur le plan qualitatif les tanins du raisin sont de type condensé, formés presque exclusivement par des polymères de flavane-3, 4diols (SINGLETON 1969, PEYNAUD et RIBEREAU-GAYON 1971). En effet, selon ces auteurs, le marc de raisin ne contient pas, ou des quantités infimes, de tanins hydrolysables.

Si l'on considère d'une part ces données, et d'autre part les taux importants de polyphénols totaux restant dans les marcs après vinification et distillation (3 à 8 g/kg. de produit frais) (INRA Sta. Oenol. Narbonne, communication personnelle),

nous pouvons admettre que les marcs de raisin contiennent des quantités élevées de tanins condensés (ou tanins "pyrocatéchiques") : de l'ordre de 1,5 à 4 g. par kg. de marc épuisé frais -à 35 % de M. S.-.

Mc LEOD (1974), dans une mise au point très documentée, intitulée "Les tanins végétaux - Leur rôle dans la qualité des fourrages", nous rappelle que la formation de complexes tanin-protéïnes, irréversibles et quasiment insolubles, "peut être considérée comme un facteur responsable de la faible, voire négative, digestibilité des protéïnes de nombreux fourrages observée chez les ruminants". Cet auteur montre que les tanins condensés peuvent exercer en outre une action inhibitrice sur les systèmes enzymatiques d'une part, et sur l'activité microbienne d'autre part. Cette action inhibitrice pourraît affecter le système cellulolytique du rumen, mais entraîne surtout une réduction de l'activité protéolytique et de la biosynthèse protéïque. L'action directe des tanins sur les microorganismes aurait pour siège la paroi cellulaire, entraînant une baisse de leur pouvoir de multiplication.

On peut donc penser que les tanins du marc de raisin représentent un facteur antinutritionnel important, responsable pour une grande part de sa très faible teneur en M. A. D. (matièrez azotées digestibles).

Les auteurs chypriotes (27) (43) considérant en plus l'effet dépressif évoqué plus haut, ne tiennent pas compte de la teneur en protéïnes de ce sous-produit pour élaborer leurs régimes expérimentaux, estimant que la digestibilité de cet élément est négligeable.

Il convient de rappeler ici que la faible digestibilité des protéïnes alimentaires n'est pas la seule conséquence pouvant résulter de la forte teneur en tanins d'un fourrage.

Ainsi que le rapport Mc LEOD (1974), les effets biologiques des tanins sur les animaux sont nombreux, chez les polygastriques comme chez les monogastriques.

La propriété des tanins de se fixer aux protéïnes entraîne, outre les inhibitions enzymatique et microbienne, une sensation d'astringence chez l'animal due à la coagulation des éléments protéïques de la salive et de l'épithélium muqueux de la bouche ; une diminution de la prise d'aliments pouvant en résulter.

D'autre part, la perméabilité intestinale peut être aussi affectée. Tout tanin ayant échappé à la fixation par les muco -protéïnes des sécrétions du tractus digestif, peut réagir avec les protéïnes de la couche cellulaire externe de l'intestin et réduire ainsi le passage des nutriments à travers la paroi digestive ; l'amplitude de la diminution de perméabilité dépendant de la quantité totale de tanin pénétrant dans l'intestin.

Ces multiples effets de l'absorption d'un fourrage riche en tanins, pourraient donc aussi entraîner pour conséquence une diminution de l'efficacité alimentaire de la ration et partant une diminution de la croissance (gain de poids moindre).

Un tel effet du marc de raisin n'a pas été ni démontré, ni recherché.

2° - La forte teneur en lignine du marc de raisin.

Nous avons vu, dans le paragraphe relatif à la composition chimique des marcs, que la cellulose brute de ce sous-produit contiendrait environ 50 % de lignine, selon MAYMONE (1945), SARTI (1970), et SANCHEZ-SMILG (1971).

Nous savons cependant que la cellulose brute, dite "de Weende", n'est qu'une estimation analytique du contenu en cellulose vraie d'un aliment, et qu'elle comprend, outre cette cellulose vraie, une partie de la lignine et une petite fraction des hémicelluloses contenues dans la plante (JARRIGE et Coll. INRA 1978).

Si l'on désire connaître avec davantage de précision la véritable teneur en lignine, cellulose, ou hémicelluloses d'un fourrage, il est nécessaire de faire appel à des analyses beaucoup plus complexes.

La composition précise des glucides membranaires d'une pulpe de raisin (selon la méthode de Van SOEST) nous est donnée par les résultats de WOLTER et Coll. (1979), obtenus au cours d'une étude récente sur l'utilisation de quelques sous-produits dans l'alimentation des poneys.

Tableau n° 13 : Pulpe de raisin : teneur en glucides membranaires exprimée en % de la matière sèche du produit (selon WOLTER 1979).

Fibres totales brutes (N. D. F.)*	61,02
Lignocellulose (A. D. F.)*	61,07
Hémicellulose (N. D. F. - A. D. F.)	0,00
Lignine	36,46
Cellulose vraie (A. D. F. - Lignine)	24,61
Protéïnes	14,10
Cellulose Weende	19,8

* - N. D. F. : Neutral Detergent Fiber de Van SOEST.
A. D. F. : Acid Detergent Fiber de Van SOEST.

Selon ces auteurs, l'aliment analysé était un produit vendu dans le commerce sous le nom de "pulpe de raisin déshydratée". Or, nous savons que ce produit correspond à un marc séché débarrassé d'une grande partie des rafles et des pépins, réduit en farine et aggloméré en "bouchons".

Ces résultats montrent que la pulpe ne contient pas du tout d'hémicellulose, et un taux de lignine nettement plus important que celui constaté dans les références signalées plus haut.

S'il ne s'agit pas là d'un marc entier on peut néanmoins en conclure que, les éléments les plus ligneux (rafles et pépins) ayant été retirés dans le cas de la pulpe analysée, la teneur moyenne en lignine d'un marc de composition courante est vraisemblablement égale ou supérieure à 35 % de la matière sèche. Les méthodes d'analyse classiques, ne faisant ressortir que le contenu en "cellulose brute", ne permettaient donc pas, dans le cas présent, de soupçonner une teneur en lignine si importante ni l'absence totale d'hémicelluloses.

Ces teneurs étant connues, ou du moins leur estimation, il nous est désormais possible d'expliquer aisément la faible digestibilité constatée pour la "cellulose brute", mais aussi celle de l'ensemble des constituants de la matière organique. Nous savons en effet que les bactéries cellulolytiques du rumen ont besoin, en raison de la faible capacité de diffusion de leurs enzymes, de venir au contact des structures des membranes cellulaires pour pouvoir les dégrader, et que la lignine représente un obstacle physique majeur à cette dégradation enzymatique (JARRIGE, INRA 1978). Il en résulte que le marc de raisin, très ligneux, sera difficilement attaqué par la digestion ruminale, et que la matière organique dans son ensemble, comme la cellulose, sera faiblement digérée.

La lignine représente donc le facteur limitant essentiel de la valeur nutritive du marc de raisin.

2. - INGESTIBILITE DU MARC DE RAISIN.

Concernant l'ingestibilité de ce sous-produit lorsqu'il est proposé de façon exclusive, les seuls résultats précis disponibles nous sont donnés par les travaux de REYNE et GARAMBOIS (1977), réalisés sur des moutons. Les résultats concernent deux types de marcs entiers épuisés, qui avaient été conservés par ensilage. Ils ne sont rapportés ici qu'à titre indicatif.

Ces auteurs signalent un niveau d'ingestion relativement élevé de matière sèche. Il est situé entre 88 et 119 g. par kg. de poids métabolique ($P^{0,75}$) pour le marc entier "vapeur" (moyenne = 102), et entre 24 et 57 g. par kg. $P^{0,75}$ pour le marc "diffusion" (moyenne = 36).

REYNE et GARAMBOIS remarquent, chez les animaux nourris avec le marc "vapeur", que les quantités importantes de matière sèche ingérées leur permettent d'en compenser la faible digestibilité, puisqu'ils sont restés à poids constant durant toute la durée de l'essai (15 jours).

En revanche, ils notent pour le marc entier "diffusion" une plus grande variabilité des consommations avec une valeur moyenne beaucoup plus faible, et constatent une perte de poids des animaux en expérience.

Les raisons exactes de cette différence de comportement restent à connaître. Par une analyse critique des états de conservation respectifs de chaque ensilage, les auteurs n'ont en effet pas pu mettre en évidence de différence quant à leurs caractéristiques physiques et chimiques ; celles-ci correspondaient dans les deux cas à un bon ensilage correctement conservé.

L'explication de ce phénomène appartient encore au domaine des hypothèses. Parmi elles, certains éleveurs émettent celle d'une différence d'appétibilité qui pourrait être due, selon eux, à des différences d'odeur et de goût, appréciables par

l'animal et ne pouvant être mises en évidence par les analyses classiques. En faveur de cette hypothèse il convient de noter que les vinasses (cf. Schéma p. 13) "peuvent apporter ou favoriser l'infection microbienne des marcs lorsqu'ils sont recyclés dans les batteries de diffusion" (MOURGUES 1978).

Il importe de préciser ici que les résultats obtenus par REYNE et GARAMBOIS et exposés dans ce paragraphe, concernent le niveau d'ingestion d'un marc de raisin lorsqu'il est distribué seul. Or, nous verrons dans l'étude des régimes composés, l'importance du rôle joué par la ration complémentaire, et principalement par l'azote, dans les niveaux de consommation volontaire de ce sous-produit.

Nous retiendrons, pour le moment, qu'un marc de raisin de bonne qualité est bien consommé par les ruminants.

3. - CALCUL DE LA VALEUR ENERGETIQUE DU MARC.

La valeur énergétique d'un aliment est généralement exprimée en Energie Métabolisable ou en Unités Fourragères.

On peut calculer la valeur énergétique du marc de raisin sur la base de sa composition chimique et des coefficients de digestibilité de sa matière organique, mesurés expérimentalement par de nombreux auteurs. Dans les calculs suivants, nous avons adopté pour ces données analytiques des valeurs moyennes représentant donc un marc de qualité courante (valeurs suggérées par les tableaux n° 4 et 11).

1° - Energie exprimée en U. F. Leroy (ancienne formulation).

D'après le calcul de la valeur énergétique selon le schéma préconisé par LEROY, on obtient 1.204,5 kcal d'Energie

métabolisable/kg. de M. S. pour les ruminants ; soit une valeur énergétique nette d'environ 0,10 U. F..

Les nombreux auteurs qui ont étudié la digestibilité de ce sous-produit ont, par des méthodes de calcul empiriques analogues, proposé des valeurs très diverses, allant de 0,08 à 0,25 U. F. Leroy selon les caractéristiques du produit étudié.

2° - Energie exprimée en U. F. Lait et U. F. Viande : (U. F. L. - U. F. V.).

Les résultats exposés ci-après sont obtenus par calcul en utilisant le schéma proposé par les Normes INRA 1978 (in Polycopié ENVT Chaire d'Alimentation 1979-1980). Les caractéristiques énergétiques du marc de raisin peuvent alors être exprimées par les valeurs suivantes :

Energie brute = 4.754,81 kcal/kg. M. S.

Digestibilité de l'énergie : CUDE = 0,244736

Energie digestible = 1.163,67 kcal/kg. M. S.

Energie métabolisable = 941,272 kcal/kg. M. S. (ovins)

Soit une valeur énergétique de : 0,27 U. F. L.
0,17 U. F. V.

°

L'ensemble des résultats exposés jusqu'à présent (teneur en M. A. D. minime, valeur énergétique faible), permet d'expliquer que, lorsque le marc de raisin constituait le seul élément de la ration, il était difficile de maintenir les animaux en équilibre de poids malgré une consommation journalière de marc

élevée. Dans certains cas, les pertes de poids enregistrées par les expérimentateurs sur la courte période nécessaire aux mesures (8 à 10 jours consécutifs) ont été importantes. Par contre lorsque le régime expérimental associait au marc un autre aliment riche en azote dans la ration journalière, on pouvait constater un léger gain de poids des animaux dans les cages à métabolisme.

La valeur nutritive du marc de raisin apparaît donc difficile à déterminer en l'absence d'une complémentation azotée adaptée.

Nous verrons dans l'étude des régimes composés que l'efficacité alimentaire du marc est fonction de la composition de la ration et de la qualité du produit. Selon MATRAY, dans l'hypothèse où le marc est incorporé à un régime parfaitement équilibré en énergie, azote et minéraux, la valeur alimentaire de ce sous-produit pourrait alors atteindre 0,40 U. F. Leroy ; ceci supposant que le marc de raisin proposé aux animaux soit de parfaite qualité et bien conservé, et que les besoins en azote soient couverts par un aliment complémentaire.

°°°

C H A P I T R E -III-

UTILISATION DE MARC DANS DES REGIMES DESTINES A DES RUMINANTS.

I. - HISTORIQUE ET BILAN DES EXPERIMENTATIONS PORTANT SUR DES RATIONS CONTENANT DU MARC.

1. - EN FRANCE.

Si l'utilisation du marc de raisin dans l'alimentation des ruminants, ovins en particulier, remonte à une époque lointaine, il faut attendre le milieu du XIXe siècle pour trouver trace écrite d'"essais" de rations contenant du marc.

Le Comte de LABAUME en 1868, dans le canton de Pierrelatte, grâce à un essai effectué par lui-même sur "55 têtes de moutons" pendant deux mois à l'étable, ne cachait pas son enthousiasme au vu des résultats qu'il prétendait avoir obtenus. Qu'on en juge, avec le rationnement suivant : "Au milieu du jour un repas composé uniquement de marc de raisin frais ensilé, un demi-kilogramme à peu près par mouton ; matin et soir un repas de fourrage", et ce, pendant deux mois, il annonçait des gains de poids de plus de 5 kg. en moyenne durant cette période ! Le prosélytisme ambiant de l'époque et la "qualité" du produit -"Après leur repas de midi les moutons se couchaient, ils paraissaient

légèrement gris, et cet état de quiétude ne contribuait pas peu à leur engraissement..."- lui permettaient d'affirmer "qu'un kilogramme de marc de raisin est plus nourrissant que son équivalent en poids de fourrages d'excellente qualité" !

Un peu plus rigoureuse dans sa présentation est la publication par GINIEIS en 1906 d'exemples de rations et de mode d'entretien "pour l'engraissement rapide des adultes, l'engraissement extensif des jeunes ou l'élevage", où entre pour bonne part le marc de raisin (frais). En bergerie, le marc était accompagné le plus souvent de foin de luzerne.

Outre que l'auteur note que "les moutons sont très friands du marc", il observe également "un léger état d'ivresse passager". Enfin, il affirme qu'avec ces régimes les animaux "gagnent 5, 6, 7 kg. de viande en 2 mois et demi ou 3 mois".

Bien que très insuffisants quant à leur rigueur, ces résultats, au vu des expérimentations récentes sur les moutons, ne paraissent pas aberrants.

A partir de ce moment, et au rythme des pénuries fourragères, paraissent des articles dans des revues spécialisées et de façon éparse, qui soulignent l'intérêt de ce sous-produit de la vendange dans l'alimentation animale.

Ainsi on trouve dans un numéro de l'Union Ovine de 1935 un article de GROS reprenant les résultats d'essais effectués en 1923 par la Société d'Encouragement à l'Elevage du bétail de l'Hérault et qui portaient sur l'engraissement de vieilles brebis et de moutons de 2 ans.

En 1955, en Algérie, JORES D'ARCES rapporte des essais de mise au point d'un "aliment de disette" chez les moutons par l'utilisation de marc de raisin distillé desséché protéïné. Deux essais avaient été mis en place pour tester la complémentation protéïnique à base soit de farine de sang, soit de farine

de viande. Le marc représentait un tiers de la ration de base environ, le reste étant fourni essentiellement par de la paille de blé. Le peu d'animaux sur lequel ont porté ces expérimentations permet seulement d'affirmer que pendant les périodes d'essai (2 et 3 mois) les animaux ont couvert à peu près leurs besoins d'entretien. Apparemment, faute de crédits et d'intérêt, ces essais qui devaient se poursuivre n'eurent pas de suite.

Ce sont enfin durant les hivers 1974-1975 et 1975-1976 qu'eurent lieu les études les plus poussées sur le rationnement des ruminants à base de marc de raisin ; les expérimentations se déroulèrent dans le département du Gard, en plein vignoble Languedocien, et les protocoles furent mis au point par l'ITEB (MATRAY) et l'ITOVIC (Van QUACKEBEKE).

. Pour les ovins, la première année consistait à mieux définir les caractéristiques alimentaires du marc de raisin épuisé à la vapeur et ensilé, les essais portant sur l'alimentation d'agnelles et l'engraissement de broutards. L'objectif de la deuxième année était de comparer d'une part pour les agnelles la valeur alimentaire du marc "vapeur" et du marc "diffusion", et d'autre part d'estimer l'intérêt d'une faible complémentation azotée, apportée sous la forme de tourteau d'arachide, en plus du foin de luzerne de la ration.

. Pour les bovins, la première année, il s'agissait de tester l'utilisation du marc de raisin "pulpes fines" ensilé et distribué à volonté, et tester l'influence de la ration complémentaire en contribuant à diminuer le coût de la ration journalière. Ainsi deux types de fourrages ont été comparés : le foin et la paille. La ration était également complémentée en énergie, de la même façon pour toutes les rations, avec de la farine de maïs. A la suite des observations de la première année, le protocole mis en place l'année suivante a consisté à tester le niveau de complémentation azotée de rations à base de marc de raisin soit "vapeur" soit "diffusion" et d'un peu de foin.

A la suite de ces expérimentations, dont le souci était de mieux connaître les caractéristiques du marc de raisin dans un contexte économique qui oblige les éleveurs à freiner leurs coûts de production, les conséquences pratiques en ont été tirées et des rations-types ont été proposées directement aux éleveurs en fonction des catégories d'animaux et de leurs productions.

2. - A L'ETRANGER.

Ce sont bien sûr dans les pays viticoles du pourtour méditerranéen que l'on trouve des expérimentations, principalement Italie depuis assez longtemps, Chypre plus récemment, mais également dans les Pays de l'Est, surtout depuis 1964. Néanmoins il est difficile de comparer les divers travaux, du fait de la diversité des objectifs poursuivis.

Italie.

MAYMONE et SALERNO en 1945 ont publié une très importante étude sur la valeur nutritive du marc de raisin égrappé dans l'alimentation de la vache laitière. Les auteurs, à l'époque, notaient qu'à leur connaissance, aucune recherche sérieuse n'avait été effectuée auparavant sur la valeur alimentaire du marc de raisin.

Chypre.

Depuis 1973 plusieurs études émanant de l'Institut de Recherche Agricole de Nicosie ont été publiées :

En 1973, MAVROGENIS et Coll. étudiaient l'utilisation de marc de raisin pulpe, de farine de pépins de raisin et de paille d'orge dans des rations destinées à l'engraissement d'agneaux.

ECONOMIDES en 1974 a étudié l'effet du marc sur la composition du lait et la production laitière.

HADJIPANAYIOTIOU et LOUCA présentaient eux en 1975 une importante note sur la valeur alimentaire du marc de raisin en remplacement de l'orge dans des régimes d'engraissement pour veaux.

Espagne.

Des travaux ont été effectués dans ce pays, en témoignent les articles dus au Dr. BAYON sur la pulpe de raisin desséchée et sur les sous-produits de la vigne dans l'alimentation animale moderne. Mais les résultats de production, notamment dans l'engraissement de taurillons, nous paraissent tellement optimistes par rapport au reste de la bibliographie que, faute de détails sur le déroulement des expérimentations, nous sommes tentés de les considérer avec la plus extrême circonspection sinon avec fantaisie...

Roumanie.

PETCU et CALOTOIU en 1964 ont présenté des résultats d'engraissement économique de jeunes taureaux avec différents produits végétaux secondaires dont le marc de raisin.

Yougoslavie.

DZINIC et Coll. en 1970 ont étudié la possibilité d'utiliser le marc de raisin entier desséché pour l'alimentation ovine. A la suite de quoi ils proposent des pourcentages optimum de la ration pour l'introduction de marc, selon la catégorie d'animaux.

U. R. S. S.

Dans ce pays, d'assez nombreuses études ont été effectuées depuis 1970 sur la farine de marc de raisin.

Plusieurs expérimentations ont été conduites pour connaître la valeur alimentaire de la farine de marc dans l'engraissement des taurillons : TRET'JAKOV en 1970, GABIBOV et Coll. en 1975, et MAMEDOV en 1976. Il en est de même pour les ovins avec TRET'JAKOV en 1970.

Enfin, MAMAEV en 1975, a étudié l'incorportation de la farine de marc dans l'alimentation des vaches laitières.

Hongrie.

A titre anecdotique, nous signalons que dans ce pays, a été créé un aliment particulier, appelé "Karbavitid", fabriqué à partir de marc sur lequel auraient proliféré des ferments protéïnogènes... (MATOS 1972). Faute de détails, comme dans le cas des publications espagnoles, il est difficile de se servir des données présentées, autant pour elles-mêmes qu'à titre de comparaison avec d'autres.

--

II. - METHODES DE CONSERVATION.

1. - LE MARC EPUISE FRAIS ET SES LIMITES D'UTILISATION.

Le marc de raisin épuisé, sous forme fraîche, est disponible dans les distilleries pendant une période assez longue, s'étendant d'octobre à mars environ.

Après distillation, le marc épuisé peut être utilisé à l'état frais pendant 8 à 10 jours ; le produit consommé rapidement après la livraison ne nécessite pas de précautions particulières pour assurer sa conservation (MATRAY 1976).

L'addition de sel (de l'ordre de 1 p. 100 du produit frais), pratiquée parfois, peut améliorer l'appétibilité du produit et, en dehors d'un silo hermétique, contribuer à une meilleure conservation du produit (MATRAY 1976).

L'utilisation sous forme fraîche nécessite donc un approvisionnement fréquent et très régulier, car les marcs de raisin lavés ou distillés sont gorgés d'eau et ils ne tarderaient pas, s'ils étaient laissés à l'air, en tas et sans soins, à être envahis par des moisissures et des ferments putrides dont l'action les rendrait rapidement impropres à la consommation et même dangereux.

Cette formule, utilisée par certains exploitants, sans doute satisfaisante, ne peut être appliquée que par quelques éleveurs proches des distilleries.

2. - L'ENSILAGE DES MARCS.

Nous avons vu que les tentatives de conservation par ensilage relatées par la bibliographie remontent à une époque déjà très lointaine (CAMBESSEDES 1826).

VERMOREL en 1910, VENTRE en 1931, exposèrent dans leurs traités les principes essentiels de cette méthode appliquée aux marcs de raisin. Pour des quantités de produit relativement faibles, l'ensilage était pratiqué dans des barriques ou tonneaux, où le marc était fortement tassé aux pieds puis recouvert d'argile ou de terre à raison de 1000 kg. par m2 ; un trou aménagé à la partie inférieure des barriques permettait l'écoulement des liquides.

Pour des quantités importantes de marc, on avait recours aux fosses d'ensilage. Celles-ci pouvaient être directement creusées dans un sol silico-argileux perméable ou bien soigneusement cimentées, avec aménagement d'un système d'écoulement. Tassé avec soin, le produit était recouvert d'une couche de terre épaisse de 20 à 30 cm. L'addition de 1 à 2 % de sel dénaturé était recommandée dans tous les cas.

VERMOREL et DANTONY (1931) rapportent qu'un marc avait ainsi pu être conservé intact, sans aucune trace d'altération, pendant une durée de 11 mois.

Les principales recommandations que nous exposerons dans les paragraphes suivants, relatives à la constitution d'un bon ensilage du marc, résultent des enseignements tirés par MAYMONE (1945) et MATRAY (1974-1976) des essais qu'ils ont entrepris et de leurs études critiques de ce mode de conservation.

a - Le choix du produit.

Le marc épuisé doit être de qualité parfaite et ne pas avoir fermenté avant ou après la distillation.

Après la vendange, le marc de raisin ne devra pas être stocké plus de trois semaines à un mois, avant d'être traité par une chaîne de distillation ; au-delà, des fermentations et des moisissures s'installent, grévant les possibilités de conservation ultérieure du marc épuisé, diminuant son appétence et sa valeur nutritive.

Les différents types de marc épuisé disponibles présentent des aptitudes plus ou moins grandes à cette technique d'ensilage. Des divers essais réalisés en France, il ressort qu'il est souhaitable d'utiliser le produit le moins élaboré après distillation : le marc épuisé entier contenant pulpes, pépins et rafles (MATRAY 1977). Ce type de marc semble se conserver le mieux et poser le moins de problèmes en cours de stockage. En effet, les expérimentateurs avaient choisi dans un premier temps du marc de raisin débarrassé de ses éléments grossiers et ne contenant plus que les pulpes, pour tenir compte de sa valeur alimentaire supposée améliorée par rapport au produit entier. Ce type de produit s'est mal conservé dans les conditions des essais ; la matière première ensilée s'est agglomérée en blocs durs difficilement attaquables par la dent de l'animal et a pris, par poches inégalement réparties dans la masse du silo, l'aspect d'un compost.

L'ensilage avec conservateur d'un marc composé pour moitié de pulpes grossières et pour moitié de pulpes fines, n'a également pas permis une bonne conservation du produit. Les animaux ne disposaient pas d'un produit de qualité et le niveau de consommation volontaire s'en est fortement ressenti.

b - Période de constitution du stock à ensiler.

Il sera préférable de réaliser l'approvisionnement dès le début de la campagne de distillation afin d'éviter que les marcs employés aient pu fermenter avant leur traitement. Rappelons que de récentes possibilités de valorisation du marc telles que l'extraction des anthocyanes ou de l'acide tartrique, et plus anciennement la production d'huile à partir des pépins, ont conduit bon nombre d'industriels à porter une plus grande attention à ce sous-produit.

Le produit à ensiler devra être prélevé le plus tôt possible après l'opération de distillation, pour les mêmes raisons que précédemment.

c - L'utilisation de conservateurs.

Les essais de MATRAY portant sur l'utilisation de divers types de conservateurs, ont montré que l'addition d'un conservateur, de type acide formique, ne paraît pas nécessaire pour assurer une bonne conservation du marc de raisin épuisé, si l'on prend la précaution d'ensiler du produit de bonne qualité.

Dans ces expériences, l'addition d'acide formique dilué avec de l'eau, au lieu de permettre une meilleure conservation de l'ensilage, a favorisé dans la zone de pénétration du mélange acide + eau le développement de moisissures et de pourritures diverses, entraînant un pourcentage de pertes rapidement important.

L'addition d'acides forts paraît d'autant moins nécessaire que, notamment dans le cas d'une distillation par diffusion, les marcs épuisés sont encore acidifiés avec de l'acide chlorhydrique pour favoriser l'extraction des tartrates (fabrication de l'acide tartrique). Le pH du produit ensilé voisin de 3

est alors relativement favorable à une bonne conservation du marc par ensilage. Comme l'ont montré les expériences de MATRAY (ITEB), le marc de raisin entier épuisé à la vapeur se conserve bien sans précautions particulières, si le produit est de bonne qualité à la mise en silo.

Selon ce même auteur, l'addition de mélasse à la fabrication du silo ne peut actuellement être conseillée. Dans les essais de l'ITEB, cette manipulation (mélasse liquéfiée Kem-Wett) qui devait permettre a priori d'améliorer l'appétence d'un marc diffusion, a favorisé le démarrage d'une fermentation alcoolique importante. Le produit apparemment bien conservé et ayant bon aspect lors de sa distribution, a été mal consommé par les animaux. Sans condamner l'utilisation de la mélasse, cette observation suggère par contre que son éventuelle distribution ne soit envisagée que sur la ration journalière de marc.

L'expérimentation menée par MAYMONE et PETRUCCI en 1935-1936 avait déjà montré que la conservation des marcs par ensilage pouvait être réalisée sans conservateurs particuliers ; le taux initial d'acidité des marcs ensilés étant élevé, et le restant durant une période de plusieurs mois (cf., plus loin, les caractéristiques fermentaires).

d - Constitution des silos.

L'ensilage doit être fait rapidement en silo-taupe ou en silo-couloir (durée maximum de l'opération deux à trois jours). Le tassement devra être énergique, en utilisant si possible le tracteur. Il conviendra de plus d'éviter tout apport de terre lors de l'ensilage.

Dès la fin de l'opération, le silo doit être recouvert d'une bâche plastique hermétique adhérant intimement au tas de marc à l'aide de sable, de terre ou de vieux pneus (MATRAY 1978).

e - Comportement du produit pendant sa conservation (dans les conditions précédemment décrites).

Dans les références française et italienne déjà citées précédemment, des analyses critiques de conservation ont été réalisées pour chacun des types de produit utilisés.

Nous reproduisons ci - après les résultats obtenus lors des expérimentations françaises, les plus récentes :

.../...

Tableau n° 14 : Caractéristiques fermentaires des ensilages (MATRAY - ITEB 1977).

	pH	M. S. corrigée.	N.NH3 % de N total.	Acide acétique *	Acide propionique *	Acide butyrique *	Acide lactique *
Marc vapeur.							
analyse n° 1	4,20	36,66	3,89	20,89	Traces	Traces	9,54
analyse n° 2	4,10	36,62	6,42	16,30	Traces	Traces	22,17
x	4,15	36,64	5,15	18,59	Traces	Traces	15,85
M. Diffusion.							
analyse n° 1	3,50	35,36	0,58	1,92	Traces	Traces	1,69
analyse n° 2	3,50	35,97	1,77	2,00	Traces	Traces	3,00
analyse n° 3	3,50	32,20	3,44	1,55	Traces	Traces	3,85
analyse n° 4	3,80	35,49	2,84	1,07	0,22	Traces	8,03
x	3,57	34,75	2,16	1,63	Traces	Traces	4,14

* - Teneurs exprimées en g/kg. de M. S. corrigée.

Les ensilages de marcs concernés par ces analyses avaient été réalisés sans addition de conservateur.

Les caractéristiques fermentaires révélées par analyse indiquent que ces ensilages de marcs épuisés se sont bien conservés et que le produit proposé aux animaux était de qualité satisfaisante.

Nous remarquons par ailleurs que la valeur des pH des divers ensilages de marc diffusion est inférieure à celle des ensilages de marc vapeur. Ceci résulte probablement du traitement des marcs diffusion par l'acide chlorhydrique dans les cuves de distilleries.

3. - LES MARCS DESHYDRATES.

Au début de ce siècle, VENTRE et VERMOREL présentaient ce mode de conservation comme étant le seul moyen vraiment idéal, car il permet une conservation plus longue, à l'abri de toutes altérations, et "le plus facile à réaliser". La dessication devait être obtenue soit par séchage au soleil, le marc étant exposé sur une aire plane au soleil et à l'air -avec pour inconvénient de devoir attendre le soleil-, soit par séchage artificiel dans des séchoirs ou évaporateurs rotatifs. La méthode devait présenter l'avantage de donner un produit facile à égrapper et d'utilisation pratique pour un mélange à d'autres aliments, la mélasse en particulier ; le problème du stockage se trouvait lui aussi résolu.

La préparation de farines de marcs, avec lesquelles de nombreux auteurs ont réalisé leurs études de digestibilité, se retrouve dans bon nombre de références modernes, étant encore pratiquée dans la plupart des pays viticoles, y compris la France.

Nous ferons cependant remarquer ici que, l'intérêt majeur de l'utilisation du marc de raisin par l'éleveur étant sa disponibilité au moindre prix, le coût du séchage réalisé aujourd'hui risque de rendre cette technique peu intéressante, le produit final devenant trop onéreux en regard de sa valeur alimentaire réelle.

Au mieux peut-elle s'appliquer dans le cadre de l'incorporation de marc, ou de farines de marc (pulpes fines), dans un aliment composé (fabrication de "bouchons").

C'est le problème général de la dessication des fourrages qui est ici évoqué, technique dont l'avenir semble pour le moins incertain en raison du coût de l'énergie mise en oeuvre.

--

III. - COMPORTEMENT ALIMENTAIRE ET REPONSES PHYSIOLOGIQUES DES RUMINANTS AUX DIFFERENTES RATIONS CONTENANT DU MARC.

Si les mesures de la "qualité" alimentaire sont relativement faciles à effectuer par les méthodes classiques d'analyses, il faut encore montrer l'efficacité alimentaire du produit associé à d'autres au sein de la ration, puisque le marc, n'étant pas un aliment équilibré, ne peut être distribué seul.

1. - INFLUENCE DE LA PRESENTATION ET DE LA QUALITE DU PRODUIT SUR SA CONSOMMATION.

Il s'agit ici de la consommation volontaire des marcs "épuisés" présentés sous des formes autres que la farine, puisque sur celle-ci, aucune expérimentation n'a été effectuée en ce sens, à notre connaissance.

En 1910, VERMOREL affirmait que les "marcs doivent être égrappés, car la rafle n'est pas acceptée par la majeure partie des animaux ; les moutons en particulier ne la mangent jamais et font dans leur mangeoire un égrappage parfait".

Or, Van QUACKEBEKE pour les ovins et MATRAY pour les bovins, ont observé que le marc était généralement bien consommé sous sa forme entière par l'ensemble des animaux.

En l'absence d'étude comparative (bien que MAYMONE et SALERNO aient utilisé du marc égrappé), il est difficile de trancher ; toutefois pour des raisons pratiques, du moins en France, le marc entier étant plus facile à trouver sur le marché que la marc égrappé, et puisque sa consommation ne paraît pas poser de problème particulier, il ne semble pas qu'il y ait d'inconvénient à utiliser ce type de produit.

Les consommations volontaires de marc entier ensilé observées par Van QUACKEBEKE et MATRAY sont très variables : de 2,5 à 4,9 kg. de M. S. pour des génisses de 10 à 14 mois, et de 0,5 à 1,4 kg. de M. S. pour des agnelles et des broutards à l'engrais (soit encore 1,4 à 3,8 kg. de M. S. de marc pour 100 kg. de poids vif).

Pour du marc égrappé ensilé distribué à des vaches laitières en production, MAYMONE et SALERNO donnent une valeur de consommation volontaire moyenne de 6,69 kg. de M. S. (écart 5,3 à 7,8).

Par contre, quel que soit le type de marc utilisé (entier ou égrappé), la qualité de l'ensilage et donc du produit distribué est primordiale. La présence de moisissures, pourritures, fermentations indésirables ou particules terreuses, peuvent fortement diminuer l'ingestion volontaire de marc de raisin. MATRAY et Van QUACKEBEKE ont pu le constater dans leurs divers essais et durent en tenir compte dans les traitements statistiques des résultats.

Sur un autre plan, durant l'hiver 1975-1976, ces mêmes auteurs ont pu mesurer, et c'était un des objectifs des protocoles mis en place alors, la différence d'ingestion volontaire entre le marc distillé à la vapeur et celui par diffusion. En moyenne, ils ont trouvé une consommation du marc "vapeur" supérieure de 40 % pour les bovins et 36 % pour les ovins, à celle du marc "diffusion". Cette différence significative est encore difficilement explicable et ne fait l'objet que d'hypothèses (cf. paragraphe p.39).

Quant aux pulpes fines et grossières ensilées, MATRAY en a utilisé lors de sa première campagne d'essais en 1974. L'ensilage de pulpes fines auquel avait été ajouté de la mélasse, malgré une bonne conservation apparente, a été mal consommé par les animaux. Il s'est avéré que la cause en était une fermentation alcoolique qui s'était développée.

Un ensilage de pulpes fines auquel avait été ajouté de l'acide formique s'est avéré lui, d'une conservation difficile, puisqu'il présentait des moisissures et des agglomérats inacceptables par les animaux.

En l'absence d'autres données, ce type de produit, du fait de ses difficultés de conservation, présente peu d'intérêt dans son utilisation à l'état frais ; exception pouvant être faite dans le cas d'une possibilité d'approvisionnement très régulier.

2. - INFLUENCE DE LA COMPOSITION ET DE LA COMPLEMENTATION DE LA RATION SUR LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE.

a - Niveau énergétique de la ration.

Lors d'un essai sur broutards à l'engrais durant l'hiver 1974-1975, Van QUACKEBEKE a observé, avec une ration à base de marc ensilé distribué à volonté et complémentée avec du maïs, que les consommations de Matière Sèche de marc diminuaient lorsque la quantité de maïs fournie augmentait.

.../...

Maïs distribué par tête / jour	Consommation totale de M. Sèche / jour.		Consommation d'ensilage de marc en kg. de M.S./j/tête
	par 100 kg. de p. vif.	par tête	
200 g.	4,03	1,35	0,82
400 g.	4,52	1,56	0,85
600 g.	4,35	1,54	0,63
800 g.	4,46	1,62	0,50

Il en concluait que cela laissait supposer qu'au dessus d'un certain seuil (400 g/jour), la Matière Sèche des céréales se substituait presqu'entièrement à la matière sèche de l'ensilage de marc.

Parallèlement en 1975, HADJIPANAYIOTOU et LOUCA se proposaient de comparer les rations suivantes, où le marc se substituait à de l'orge broyée dans des proportions de 15 et 30 %, destinées à l'engraissement de veaux :

Composition de la ration en pourcent.	lot témoin B_0	lot B_1	lot B_2
Orge broyée.	85,0	69,4	53,8
Tourteau de graine de coton*	13,0	13,0	13,0
Marc de raisin	-	15,0	30,0
Phosphate bicalcique	2,0	2,0	2,0

* - Sous la forme de bouchons de 5 mm. de diamètre.

Les résultats de consommation furent les suivants :

Lots testés.	B_0	B_1	B_2
Consommation (kg. de M.S. / j).	6,6	7,1	7,3
Indice de consommation (kg. M.S./kg. de gain de poids vif)	5,3	5,7	6,3

Pour les auteurs, ces chiffres montrent que la consommation globale de matière sèche augmente avec la proportion de marc de raisin dans la ration, et qu'apparemment les animaux sont capables de consommer davantage de marc pour compenser le déficit en énergie, sachant par ailleurs que le marc de raisin est un aliment à faible valeur énergétique.

D'une façon moins nette, mais également intéressante, cette constatation est faite aussi par PETCU et CALATOIU (1965).

Avec des approches différentes, les divers auteurs précédemment cités s'accordent et confirment les études de MAVROGENIS et Coll. (1973), comme celles de REYNE et GARAMBOIS (1977), en accord avec les résultats de MONTGOMERY et BAUMGARDT (1965) qui montraient que les ruminants nourris avec des rations dont la concentration énergétique était variable, ajustaient leur consommation en matière sèche pour maintenir un niveau d'énergie métabolisable similaire (couverture des besoins).

b - Niveau de la complémentation azotée.

Les analyses chimiques et les études de digestibilité étaient loin d'être faites lorsque GINIEIS proposait en 1906 des rations composées du mélange marc-foin de luzerne pour

l'alimentation des moutons en bergerie, mettant en évidence par des observations empiriques sans doute anciennes, la nécessité d'une complémentation azotée.

Les analyses effectuées plus tard (les premières en 1909 par FABRE) montrèrent que si le marc était riche en matières azotées, celles-ci étaient très faiblement digestibles. Différents auteurs ont donc cherché à apporter une complémentation pour compenser le déficit en Matière Azotée Digestible (M. A. D.), et divers essais ont été effectués dans ce sens pour en connaître les effets.

En 1955, JORES D'ARCES, pour des raisons économiques (aspect sur lequel nous insisterons plus particulièrement en fin de chapitre), a introduit des farines de viande et de sang dans ses essais de rations. Malheureusement, ceux-ci ayant été effectués sur un nombre trop faible d'animaux pour avoir une valeur statistique, ses résultats sont pratiquement inexploitables.

Beaucoup plus intéressantes sont les campagnes d'essais de MATRAY et Van QUACKEBEKE à ce sujet :

. Chez les bovins, lors de la première année, MATRAY a constaté que les niveaux d'ingestion volontaire de marc étaient d'autant plus élevés, que la ration complémentaire était plus riche en azote. Afin de confirmer et affiner ses observations, des rations isoénergétiques (env. 2,2 UF) avec une complémentation azotée à niveau variable furent testées, la deuxième année.

.../...

Aliment / lots.	foin (kg)	Farine de maïs (kg.).	Tourteau d'arachide (kg.)	Type de marc ensilé distribué à volonté.
I	6	0,750	-	-
II	3	0,250	0,500	marc "vapeur"
III	3	-	0,750	" "vapeur"
IV	3	0,250	0,500	" "diffusion"
V	3	-	0,750	" "diffusion"

Dans le lot III, l'augmentation de consommation fut de 2 % et dans le lot V de 4,8 %.

Cette différence entre les deux marcs peut s'expliquer en considérant que plus le niveau d'ingestion volontaire d'ensilage de marc est faible (et c'est le cas, comme nous l'avons vu, pour le marc "diffusion"), plus l'effet d'une augmentation du niveau azoté est marquant.

. Chez les ovins, un essai mis en place par Van QUACKEBEKE (1975-76) sur des agnelles en croissance, était destiné à estimer l'intérêt d'une faible complémentation azotée en plus du foin de luzerne de la ration, dans un souci économique. Les résultats montrèrent que les complémentations des rations de base marc et foin, par un apport limité de tourteau, ne modifiaient que très peu le comportement alimentaire des animaux. Cela n'infirme pas par ailleurs les résultats de MATRAY obtenus sur les bovins, mais signifie qu'une réponse physiologique n'apparaît significative qu'à partir d'un certain seuil de complémentation.

--

IV. - EFFICACITE ALIMENTAIRE DU MARC DANS UNE RATION COMPOSEE.

Les études que nous venons de citer montrent la diversité du comportement alimentaire vis à vis de l'aliment qu'est le marc de raisin, particulièrement lorsqu'il est incorporé dans des rations composées. Cela démontre bien, du moins pour ce type de produit, l'insuffisance d'une méthode uniquement analytique pour la détermination de la valeur fourragère.

Ce sont MAYMONE et SALERNO qui les premiers firent des recherches pour déterminer une valeur alimentaire "expérimentale" du marc de raisin (égrappé et ensilé). Leur méthode consistait à alimenter des vaches laitières avec une ration comprenant des aliments dont les caractéristiques étaient connues (foin de luzerne, pulpe de betterave, mélange concentré), et à remplacer l'un d'eux (pulpe de betterave) par du marc de raisin à volonté. Connaissant par ces mesures les productions réelles (lait et gain ou perte de poids) et par ailleurs les besoins théoriques correspondants, il était possible par déduction de déterminer l'efficacité alimentaire du produit et donc sa valeur.

Alors que ces auteurs avaient obtenu par le calcul (en applicant la formule de Kellner) une valeur alimentaire de 0,15 U. F. pour le même marc, cette expérimentation leur permettait d'affirmer qu'elle était plutôt proche de 0,35 U. F. par kg. de M. S..

L'essai chypriote (HADJIPANAYIOTOU et LOUCA 1976), en substituant cette fois du marc de raisin (sous forme deshydratée) à de l'orge, permet aux auteurs, après analyse des résultats de croissance comparée sur des taurillons à l'engrais, d'affirmer que la valeur nutritive (exprimée en énergie métabolisable)

est environ moitié de celle de l'orge, soit 1450 kcal/kg. de M. S.. Si l'on transforme par le calcul ce résultat en U. F., la valeur obtenue est de 0,24 U. F. Leroy.

Or, si nous reprenons toute la littérature récente concernant la détermination de la valeur alimentaire du marc de raisin, quelle que soit sa présentation (frais ou desséché en Europe, farines de marc en U. R. S. S. notamment), nous constatons que cette valeur tourne autour d'une moyenne de 0,24 U. F..

Références.	Energie métabolisable / kg. M. S.	U.F./kg.MS
SANCHEZ V. et SMILG (1971)	1449 kcal	0,25
ECONOMIDES et HADJIDEMETRIOU (1974)	1450 kcal	-
TRET'JAKOV (1970)	-	0,24

En conclusion, avec MATRAY, nous retiendrons à ce sujet que, malgré des caractéristiques favorables révélées par l'analyse chimique (taux de cellulose brute faible, teneur en matières azotées totales intéressante), le marc de raisin a une valeur nutritive faible.

La forte proportion de tanins et de lignine, qui inhibe la digestibilité des matières azotées, peut également bloquer d'autres éléments constitutifs de la matière organique.

Ce sous-produit devra donc être distribué en association avec des aliments riches en azote et pauvres en lignine, apportant une bonne complémentation énergétique.

Lors de ses essais, MATRAY a montré que les performances zootechniques des animaux (évolution du poids vif), comme les niveaux d'ingestion volontaire, obtenues avec l'ensilage de marc étaient d'autant plus élevées que la ration complémentaire était plus riche en énergie et en azote. De même, le niveau de croissance des animaux disposant d'ensilage de marc "vapeur" était, à niveau de complémentation égal, très nettement supérieur à celui des animaux consommant du marc diffusion ; le niveau d'ingestion volontaire plus élevé du marc vapeur et la meilleure utilisation digestive de ses divers constituants (REYNE, GARAMBOIS 1977) permettant d'expliquer pour une grande part, les meilleures performances constatées.

On peut alors situer la valeur alimentaire du marc de raisin entre 0,15 et 0,35 U. F. Leroy par kg. de Matière Sèche, en fonction de la qualité du produit utilisé et du régime auquel il est associé. Et, comme les auteurs chypriotes l'ont fait dans leurs essais (1975), nous pouvons considérer dans la pratique, pour le calcul des rations par exemple, que la quantité de M. A. D. apportée par le marc est nulle.

A titre indicatif, JARRIGE (INRA 1978) donne pour un marc "vapeur", les valeurs de 0,24 U. F. L. et 0,17 U. F. V..

°°°

C H A P I T R E -IV-

APPLICATIONS PRATIQUES

--

I. - APTITUDES DU MARC DE RAISIN AUX DIFFERENTES PRODUCTIONS CHEZ LES RUMINANTS.

Outre les recherches réalisées pour connaître la valeur alimentaire, des essais assez nombreux ont été mis en place pour évaluer les performances de production chez des animaux soumis, en condition d'élevage, à des rations contenant du marc.

1. - CHEZ LES OVINS.

a - Agnelles d'élevage.

Les essais de Van QUACKEBEKE sur cette catégorie d'animaux ont abouti aux résultats et observations suivants : des rations composées de marc entier à proportions de 60-70 %, de foin de luzerne à 30 % environ et une légère complémentation azotée à base de tourteau, sans oublier un condiment minéral vitaminé adapté, permettent de couvrir les besoins d'entretien et d'assurer une légère croissance, de l'ordre de 50 à 100 g. par jour et par animal.

Pour des raisons techniques et économiques, Van QUACKEBEKE préconise que la proportion de marc entier ne doit pas dépasser 70 % de la ration.

b - Agneaux et broutards à l'engraissement

De nombreux essais ont été effectués avec différents types de produits.

En 1975 Van QUACKEBEKE, avec les régimes déjà cités p. 61 , a obtenu des croissances allant de 5,2 à 11,7 kg., soit des G. M. Q. (Gains Moyens Quotidiens) de 129 à 284 g./jour et par animal. Parallèlement, les Indices de Consommation (I. C.) ont varié de 10,4 à 5,7 kg. de matière sèche par kg. de croît.

Van QUACKEBEKE en conclut qu'avec l'introduction de marc dans les rations de broutards à l'engrais, les meilleures croissances et meilleurs indices de consommation ont été obtenus lorsque l'ensilage ne représentait que 30 % environ de la matière sèche totale de la ration.

Par contre, d'un point de vue économique, une ration contenant 40 % d'ensilage de marc (sur la base de la M. S.), permet d'assurer des croissances correctes (243 g./j. dans l'essai) sans diminuer considérablement l'efficacité alimentaire.

C'est également ce que constatent MAVROGENIS et Coll. au cours d'essais effectués en 1973, où une ration contenant 40 % de marc de raisin, de l'orge broyée et de la farine de soja, s'est avérée par comparaison avec d'autres rations, la plus efficace d'un point de vue technico-économique.

En Yougoslavie, DZINIC propose d'incorporer 30 % de marc séché dans la ration d'agneaux à l'engrais, en période hivernale.

En U. R. S. S., les essais de TRET'JAKOV procédèrent d'une démarche différente :

- à une ration équilibrée et complète (foin de Sudan Grass, ensilage de tournesol, paille d'orge et concentré) qui apportait 1,24 U. F. et 115 g. de protéïne digestible, et dont la production permise a été de 142 g/j de croissance, il fut ajouté 300 g. de farine de marc par jour.L'auteur a alors constaté une augmentation du G. M. Q. de 34 gr. par jour ; ceci signifierait que l'I. C. du marc a été de 8,8, ce qui ne nous semble pas aberrant par rapport aux résultats obtenus ailleurs.

c - Brebis laitières.

Peu d'essais ont été effectués à ce sujet. Van QUACKEBEKE, dans des conseils aux éleveurs, propose des rations par extrapolation de résultats acquis sur d'autres catégories d'animaux.

DZINIC en Yougoslavie propose, lui d'incorporer 30 % de marc de raisin dans la ration.

A notre connaissance, aucune étude n'a été faite sur l'influence du marc sur la production de lait chez les brebis laitières. On peut nénamoins se référer aux travaux de MAYMONE et SALERNO sur les vaches laitières.

d - Brebis gestantes.

DZINIC suggère que l'on peut apporter plus de 50 % de la ration en marc pour les brebis en début de gestation, et jusqu'à 50 % pour les brebis en fin de gestation.

Van QUACKEBEKE, comme pour les brebis laitières, propose des rations-types aux éleveurs, mais qui ne reposent sur aucun essai particulier.

Tableau n° 15 : 1° - Exemples de rations pour des agnelles ou des brebis à faible besoin (Document I.T.O.V.I.C.-S.I.E.R.L.).

Catégorie d'animaux.	Agnelles (100g/j)		Brebis à l'entretien (légère perte de poids)		Brebis en gestation.	
Type de marc.	Diffusion	Vapeur	Diffusion	Vapeur	Diffusion	Vapeur
Marc ensilé * (kg.)	2,5	3,5	3,5	5,0	3,0	4,5
Foin de luzerne (kg.)	0,5	0,4	0,5	-	0,8	0,4
Paille (kg.)	-	-	0,5	0,4	-	-
Céréales (g.)	100	100	-	-	250	200
Tourteau (g.)	-	-	-	-	100	150

2° - Exemples de rations pour animaux à l'engrais ou en lactation (I.T.O.V.I.C.-S.I.E.R.L.)

Catégories d'animaux	Broutards à l'engrais.		Brebis en début de lactation.	
Type de marc.	Diffusion	Vapeur	Diffusion	Vapeur.
Marc ensilé * (kg.)	3,0	4,0	4,0	5,0
Foin de luzerne (kg)	0,4	0,4	1,0	1,0
Céréales (g.)	550	500	500	450
Tourteau (g.)	100	100	300	300

* Le marc est distribué ad libitum, les chiffres indiquant la consommation probable de celui-ci.

Selon les auteurs de ces rationnements, la distribution de foin est donc fortement conseillée avec le marc, l'utilisation de paille n'étant d'autre part possible que dans le cas d'animaux à l'entretien.

2. - CHEZ LES BOVINS.

a - Génisses d'élevage (220 à 280 kg.)

Des essais de MATRAY réalisés dans ce domaine, il ressort que la proportion de marc de raisin ne doit pas dépasser 50 à 60 % de la ration, sur la base de la matière sèche. A ce niveau, avec une complémentation énergétique et azotée suffisante, on peut escompter des performances tout à fait honorables. Suivant ces niveaux d'apport complémentaire (voir tableau p. 64), les croissances journalières de génisses de 10 mois ont été de 460 à 660 g. pendant une période de 90 jours.

Exemple de rationnement (I.T.E.B.-MATRAY).

- marc de raisin à volonté (consommation probable : 8 à 12 kg. de marc frais "vapeur"),
- foin 3 kg.
- 700 à 800 g. d'un mélange contenant 500 à 600 g. de tourteaux (45 à 50 % MAT) selon son prix et le reste en céréales (farine de maïs)
- C. M. V. 120 grammes.

Selon son auteur, un tel régime permettrait une croissance journalière voisine de 500 g.. Avec du marc "diffusion" et la même complémentation, les performances individuelles des animaux pourraient être légèrement inférieures de 100 à 150 g/j., ceci étant principalement dû à un niveau de consommation plus faible (9 à 10 kg. deproduit brut) d'un marc moins appétent.

L'obtention de telles performances suppose l'emploi d'un marc d'excellente qualité, et parfaitement conservé.

b - Engraissement de jeunes bovins et taurillons.

Dans cette catégorie d'animaux également a été effectué un certain nombre d'expérimentations.

Les roumains PETCU et CALOTOIU, avec des jeunes taurillons de 8-12 mois dont les rations comprenaient 40 à 50 % de marc de raisin ensilé, affichent des croissances de 480 à 590 g. par jour, ce qui apparemment se rapproche des performances précédentes constatées par MATRAY.

HADJIPANAYIOTOU et LOUCA, dans leurs régimes intensifs (G. M. Q. de 1200 g.) où le marc se substituait en partie à de l'orge broyée (voir tableau p.61), n'ont pas mis en évidence sur des jeunes taurillons de différences entre les efficacités des régimes, quant aux gains de poids et aux consommations totales (en M. S.). Par contre, la différence d'Indice de Consommation devenait significative lorsque le marc se substituait à 30 % de l'orge de la ration témoin. Cela montrerait que jusqu'à 30 % de la ration en marc, c'est le calcul du coût de la ration qui peut être déterminant dans un choix.

En U. R. S. S., la même méthode que pour les ovins à l'engrais, a été appliquée à des jeunes taurillons de 15 mois par TRET'JAKOV :

. 2 kg. de farine de marc ont été surajoutés à une ration qui avait permis des croissances observées de 860 g. L'augmentation de G. M. Q. a été alors de 276 g. par jour, et donc l'Indice de Consommation a donné 7,24 kg. de marc par kg. de croît.

Exemple de ration pour jeunes bovins de 350 à 450 kg. (ITEB-MATRAY).

- marc de raisin à volonté (consommation probable : 12 à 18 kg. de marc frais),
- foin : apport minimum de 3 kg. avec le marc vapeur, et 4 kg. avec le marc diffusion,
- 800 à 1000 g. d'un mélange contenant 700 à 800 g de tourteaux (45 à 50 % MAT) et le reste en céréales,
- C. M. V. 150 grammes.

Selon MATRAY, le niveau de croissance obtenu avec ce type de régime pourraît être voisin de 350 à 400 g/j.

Les variations dans la qualité du produit (marc diffusion, médiocre conservation) et la nature de la ration complémentaire (paille, ...) peuvent entraîner une diminution des niveaux d'ingestion volontaire de marc et des performances individuelles des animaux.

c - Vaches laitières.

En France, aucune expérimentation n'a été menée à notre connaissance sur ce type d'animal.

En revanche, c'est sur les vaches laitières qu'ont été menées les recherches de MAYMONE et SALERNO, sur la valeur nutritive des marcs. Ils ont ainsi pu constater avec leurs rations d'essai où le marc de raisin rentrait à proportion de 40 % environ -en substitution de la pulpe séchée de betterave de la ration témoin-, que celui-ci exerçait une action sensible en augmentant le pourcentage de Matières Grasses du lait, provoquant par contre une diminution de la quantité de lait produite, par rapport à la ration témoin. Mais en ramenant cette dernière

à un lait-type à 4 % de taux butyreux, les auteurs ont constaté que la quantité de lait produite avec les deux régimes alimentaires confrontés (marc de raisin et pulpe sèche de betterave) était pratiquement égale. De même, ils n'ont pu observer de différence significative dans les variations de poids qui ont pu survenir pendant toute la période d'essai.

Tous ces résultats sont en accord avec ceux obtenus plus tard par ECONOMIDES (1974), où avec une ration contenant 20 % de marc de raisin, il n'observait pas de différence significative dans la quantité, la composition du lait ou le poids vif des animaux avec la ration témoin, et ce, sur une période de 190 jours.

MAMAEV, en U. R. S. S. , a également étudié le problème mais les résultats, non intégralement publiés, sont encore peu exploitables.

Rations-types pour vaches allaitantes proposées par SIELR-ITEB (1976).

- En fin de gestion :

. marc de raisin à volonté (consommation probable : 14 à 20 kg. de marc frais),
. apport minimum de 3,5 kg. de foin avec du marc vapeur et 4,5 kg. avec marc diffusion.
. paille à volonté (la consommation sera négligeable si le marc est de bonne qualité),
- 500 grammes de tourteaux (45 à 50 % de MAT),
- C. M. V. : 125 à 150 grammes.

- Début de lactation :

. premier mois après mise bas : ajouter à la ration précédente 1,5 kg. d'un mélange de 25 % de tourteaux et 75 % de céréales + 150 g. de C. M. V.,
- deuxième mois après mise bas : ajouter 2,5 kg. d'un mélange de 25 % de tourteaux et 75 % de céréales + 150 g. de C. M. V.

II. - LIMITES PRATIQUES ET ECONOMIQUES DE L'UTILISATION DU MARC DE RAISIN DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS.

D'un point de vue pratique, ce sont les études françaises récentes (prolongeant les recherches précédentes tant dans notre pays qu'à l'étranger) qui nous semblent les plus intéressantes car elles ont débouché sur des propositions de rations types destinées aux éleveurs (plaquette du S. I. E. L. R.).

Ces expérimentations ont montré d'autre part que l'adaptation à un régime comportant du marc de raisin doit être très progressive ; la transition pourrait répondre au schéma suivant :

. première semaine : 1/3 de la ration finale de marc
. deuxième semaine : 2/3 de la ration finale de marc
. troisième semaine : marc de raisin à volonté,

une durée totale de 30 à 45 jours pouvant se révéler parfois nécessaire.

Alors que nous avons insisté dans toute cette étude sur les problèmes de qualité du produit utilisé, d'apport énergétique, et de complémentation azotée -et qui ont servi de base à l'élaboration de ces rations proposées-, il faut souligner par ailleurs l'importance, peu évoquée jusqu'ici, du complément minéral et vitaminé, d'autant que la proportion du marc sera importante dans la ration. En effet les déséquilibres minéraux constatés au chapitre II, peuvent jouer considérablement sur l'efficacité alimentaire de la ration totale. Selon MATRAY, cette dernière complémentation devra être conçue à partir d'un condiment minéral équilibré en phosphore et calcium (12-12 ou 14-14) enrichi en oligo-éléments, mais ne contenant pas de cuivre (grande richesse du marc en cet élément).

Un Condiment Minéral Vitaminé "spécial marc de raisin", dont nous trouverons la composition ci-après, fut conçu à cet effet par le S. I. E. L. R. en collaboration avec l'I.T.E.B. et l'I.T.O.V.I.C..

D'autre part, au vu des analyses et des expérimentations réalisées un peu partout en Europe Occidentale et Centrale, le marc de raisin ne peut être considéré que comme un aliment de faible valeur nutritive. Sans rentrer dans l'étude des coûts de production qui n'auraient pas leur place ici, l'utilisation du marc de raisin, pour être également efficace, ne peut se concevoir que dans la mesure où il peut contribuer à diminuer un coût de ration. En aucun cas il ne peut servir à augmenter sa productivité. Il apparaît de toute façon dans presque toute la bibliographie, qu'une fois certaines précautions techniques étant prises par ailleurs, c'est l'économie de la ration qui est le facteur limitant de l'utilisation du marc de raisin.

--

C. M. V. SPECIAL MARC DE RAISIN (S.I.E.L.R.).

Calcium	9,2 g.	Choline	5,4 g.
Phosphore	6,8 g.	Méthionine	0,5 g.
Magnésium	5,4 g.		
Sodium	14,0 g.		
		Vitamine PP	50 mg.
Zinc	180 mg.	Vitamine B1	50 mg.
Manganèse	110 mg.	Vitamine K3	7 mg.
Iode	3 mg.	Vitamine A	11.200 UI
Cobalt	1 mg.	Vitamine D	2.000 UI
Sélénium	0,25 mg.	Vitamine E	70 UI

Ce condiment vitaminé a été obtenu en mélangeant 35 % de sel, 40 % de phosphate bicalcique et 25 % de prémix (MATRAY 1977).

III. - INCIDENCES PATHOLOGIQUES DE L'UTILISATION DU MARC DE RAISIN CHEZ LES RUMINANTS.

Les nombreux auteurs modernes auxquels nous nous sommes référés, s'accordent pour signaler qu'aucun incident pathologique notable n'est survenu lors de distribution de marc de raisin épuisé aux bovins ou aux ovins, au cours des expérimentations ; même lorsque celles-ci étaient poursuivies sur de nombreux mois, et (ou) lorsque les animaux étaient nourris exclusivement avec ce type d'aliment.

La seule référence évoquant quelque trouble causé par l'ingestion de marc, est le rapport fait par GINIEIS en 1906 des observations suivantes : "Les moutons sont très friands de marc. Le premier ou deuxième jour du régime, quelques-uns titubent un peu frappés d'une légère ivresse. Pendant une semaine, on risque de créer des désordres intestinaux. Ce n'est que passager ; les animaux engraissent admirablement... A l'abattage, leur chair excellente ne révèle aucune odeur et aucun goût détestables, pas plus que leur tube digestif ne recèle la moindre lésion".

En l'absence de précision de la part de GINIEIS sur les caractéristiques précises de l'aliment distribué, il nous est impossible d'en tirer un enseignement. En revanche, les expérimentations récentes menées sur une large échelle par l'ITEB et l'ITOVIC n'ayant nullement constaté de tels symptômes, il nous est permis de supposer que le marc employé par GINIEIS était vraisemblablement un marc fermenté et non distillé (recélant encore de fortes quantités d'alcool), ou bien un marc distillé ayant été mal conservé.

Nous rappellerons ici, que la distribution de marcs fermentés et non distillés peut présenter des dangers notables (CANTARELLI 1972), par la présence de moisissures et fermentations alcooliques.

Si aucun incident pathologique n'est survenu lors des expérimentations, on peut ajouter qu'il semble en être de même dans les élevages du Languedoc-Roussillon où la pratique de la distribution de marc épuisé aux moutons est assez répandue, durant la saison hivernale (enquête personnelle).

Cependant, un point particulier mérite d'être soulevé et développé dans ce chapitre :

la forte teneur en Cuivre du marc de raisin, et le problème qu'elle suscite d'un point de vue toxicologique pour le vétérinaire comme pour l'éleveur, tous deux soucieux du risque pathologique.

Le marc de raisin épuisé issu des distilleries contient en effet, nous l'avons vu, 80 à 100 ppm de cuivre, selon les différents auteurs. Or, le seuil de toxicité théorique de cet élément dans la ration alimentaire des ruminants, est respectivement de 5 à 10 ppm chez les moutons et de 100 ppm environ chez les bovins (Enseignements de la Chaire d'Alimentation ENVT).

Tableau n° 16 : Teneur en cuivre de 3 types de marcs épuisés (selon HALLE-L.A.R.A.- Toulouse 1978).

Nature de l'échantil.	Marc vapeur St. Gilles du G.	Marc diffusion Capestang-Aude	Marc diffusion FINEDOC Vauvert
Teneur en Cu (ppm de la MS).*	77,6	78,8	108

* - Ces chiffres résultent de doubles mesures sur chaque échantillon.

Connaissant d'une part ces teneurs en cuivre, et d'autre part l'absence de cas d'intoxication cuprique chez les moutons nourris de marc (selon la bibliographie, apparemment unanime), nous sommes amenés, faute d'avoir pu réaliser nous-mêmes de plus amples investigations, à formuler un certain nombre d'hypothèses pour tenter d'expliquer ce phénomène. Celles-ci pourraient servir de base à une étude plus approfondie.

En premier lieu, et sachant combien peuvent être déterminantes les interactions complexes Mo-SO4-Cu (Molybdène-sulfates-cuivre) sur l'absorption digestive et l'utilisation métabolique du cuivre par l'animal (UNDERWOOD, 1971), nous avons été amenés à faire doser sur les mêmes types de marc que ci-dessus (prélevés dans des distilleries revendant ce sous-produit à des éleveurs), le molybdène et le soufre total contenus (voir tableau n° 17).

A ce sujet, et sans renter dans le détail des multiples interactions possibles entre ces différents éléments et de leurs métabolismes respectifs -qui ont fait l'objet de très nombreuses recherches, et demeurent aujourd'hui incomplètement connus-, nous rappellerons seulement quelques notions fondamentales (UNDERWOOD, 1971).

Le molybdène présente des interactions avec le cuivre en formant avec lui des complexes inhibiteurs de son activité biochimique ; in vivo, le complexe cuivre-molybdène entraîne une baisse du taux de cuivre dans de nombreux organes (foie principalement), et une élévation de la cuprémie confirmant l'impossibilité d'utilisation du cuivre au niveau tissulaire. Le molybdène peut donc s'opposer, dans une certaine limite, à l'accumulation du cuivre dans le foie, quand ce cuivre est distribué en excès. Inversement, une carence en molybdène rendrait plus aisée une intoxication par le cuivre.

Quant à l'action des sulfates, de nombreux auteurs cités dans le même ouvrage ont montré l'influence qu'ils

pouvaient avoir sur l'utilisation du cuivre par l'animal. Les sulfates diminuent l'assimilation digestive du cuivre chez les ruminants, par la formation d'un sulfure de cuivre insoluble dans le rumen. Par ailleurs, il a été montré que les sulfates minéraux influent, en présence du molybdène, sur le métabolisme cuprique : ils entraînent une augmentation de la cuprémie et le cuivre capté par le foie diminue. Il y a baisse de son utilisation pour la synthèse de la céruloplasmine. Cette action des sulfates minéraux sur le métabolisme du cuivre est conditionnée par la présence de molybdène.

S'il apparaît donc que le molybdène influence le stockage hépatique du cuivre et la cuprémie, ces deux paramètres peuvent à leur tour être influencés par la teneur du régime en sulfates minéraux.

Tableau n° 17 : Molybdène et soufre total dans 3 types de marc épuisé (HALLE-L.A.R.A. - 1978).

Echantillon	Marc vapeur.	Marc diffusion 1	Marc diffusion 2.
Mo (ppm de la MS).	1,10	0,51	0,90
Soufre (ppm de la MS).	1.587	1.562	1.437

Ces résultats montrent que la teneur en molybdène des marcs de raisin, comparable à celle d'une paille, n'est pas particulièrement importante.

Cependant, la présence non négligeable de sulfates dans les marcs de raisin, issus probablement pour partie du sulfatage des vignes, ne nous permet pas d'exclure la possibilité d'une interférence Mo-SO4-Cu dans le cas d'une ration de marc, agissant pour diminuer l'effet de l'apport massif de cuivre.

Toutefois, cette hypothèse de travail nécessiterait une recherche plus approfondie, qui pourraît comporter, sur des moutons nourris ou non nourris de marcs, l'établissement d'un véritable bilan cuprique :

. dosages du cuivre ingéré et du cuivre déféqué (selles, urines),
. dosage du cuivre plasmatique,
. dosage de la céruloplasmine,
. dosage du cuivre hépatique.

Ces recherches pourraient permettre en effet, de mieux comprendre la tolérance des moutons vis à vis de ce sous-produit, si riche en cuivre, en montrant si les organismes testés l'absorbent (ou non) et l'accumulent (ou non).

L'absence d'intoxication cuprique chez des moutons nourris avec du marc de raisin pourraît, à notre sens, résulter aussi de nombreux autres facteurs. Nous ferons à ce sujet deux remarques principales.

En premier lieu, il nous faut considérer que les animaux ne reçoivent presque jamais le marc de raisin comme aliment exclusif, celui-ci étant surtout un fourrage d'appoint et ne constituant que 30 à 60 % de la ration selon les cas. En conséquence, la teneur en cuivre de la ration s'en trouve bien amoindrie, quand on sait par ailleurs que la plupart des fourrages présentent dans notre pays une certaine carence en cet élément.

D'autre part, la période pendant laquelle le marc de raisin est introduit dans l'alimentation des ruminants, est généralement limitée à quelques mois, s'étendant à la saison hivernale entre Octobre et Avril. Ainsi l'accumulation éventuelle du cuivre dans l'organisme n'aurait peut-être pas l'occasion d'atteindre un seuil critique.

En conclusion de ce chapitre sur les risques pathologiques de l'utilisation du marc de raisin, nous dirons que si la distribution aux ruminants ne semble pas présenter de danger particulier il convient cependant de prendre par ailleurs certaines précautions.

Le marc doit être de bonne qualité et ne pas présenter de moisissure et de fermentation alcoolique.

Comme pour tout changement de régime, l'adaptation à une ration hivernale comportant du marc de raisin peut être longue, principalement chez les bovins (environ 1 mois selon MATRAY, 1976) ; elle doit être très progressive.

Le complément minéral et vitaminé devra tenir compte des principales caractéristiques du marc dans ce domaine : richesse en cuivre et soufre, relative pauvreté en sodium et phosphore.

°°°

C O N C L U S I O N

Tout au cours de cette étude bibliographique sur le marc de raisin épuisé et sa valeur alimentaire, nous avons insisté sur l'immense variabilité des caractéristiques de cet aliment. En outre, nous avons constamment essayé de faire ressortir les limites, tout autant que l'intérêt de son introduction dans la ration des ruminants.

Malgré des caractéristiques favorables révélées par l'analyse (taux de cellulose faible, taux de matières azotées totales de 10 à 15 %), le marc a en réalité une valeur nutritive faible. La forte proportion de lignine et la richesse en tanins, qui inhibent la digestibilité des matières azotées, peuvent également bloquer d'autres éléments constitutifs de la matière organique.

De nombreuses expériences souvent peu concluantes ont été entreprises pour essayer de valoriser le marc de raisin dans l'alimentation animale ; les principaux écueils rencontrés ont été la difficulté du stockage, le manque d'acceptabilité des animaux mais surtout, à notre sens, le désir de voir ce sous-produit constituer l'aliment unique des animaux.

Les récentes expérimentations françaises ont montré que, si l'utilisation du marc permet dans certains cas de limiter le coût de la ration hivernale, celle-ci doit être conduite avec prudence en intégrant certaines contraintes qui peuvent se résumer ainsi :

- le marc épuisé doit être de qualité parfaite et ne pas avoir fermenté en tas avant ou après distillation ;
- il est préférable, pour éviter des difficultés de conservation, de retenir le marc épuisé entier contenant encore les pulpes, les pépins et les rafles ;
- l'ensilage doit être réalisé rapidement, tassé, et fermé hermétiquement. L'addition d'un conservateur ne semble pas nécessaire pour des marcs entiers de bonne qualité ;
- les régimes ne doivent pas comporter plus de 50 à 60 % de marc de raisin épuisé sur la base de la matière sèche pour les bovins, 40 à 70 % pour les ovins selon qu'il s'agit de mâles à l'engrais ou de femelles en croissance. La ration complémentaire doit apporter du fourrage grossier pour stimuler le réflexe de rumination ; elle doit en outre contenir l'énergie et la totalité des matières azotées nécessaires aux animaux ;
- la complémentation minérale et vitaminée est indispensable ; elle ne devra pas contenir de cuivre ;
- l'adaptation à un régime comprenant du marc devra se faire selon une transition progressive ;

- l'emploi de marc "vapeur" peut être préféré à celui de marc "diffusion", étant mieux consommé par les animaux et sa digestibilité supérieure.

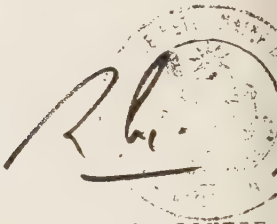
Le respect de ces modalités d'utilisation semble permettre des niveaux de performances satisfaisants sur une période assez longue.

°°°°°

Vu : Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire
rapporteur

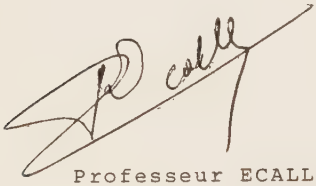
Professeur GRIESS

Vu : Le Directeur de l'E
Vétérinaire



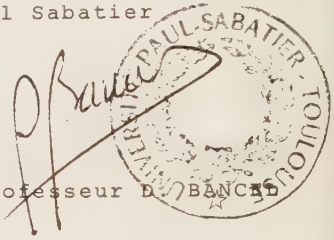
Professeur R. LAUTIE

Vu : Le Président de la Thèse



Professeur ECALLE

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Toulouse, le 26.3.1982
Le Président de l'Université
Paul Sabatier



Professeur D. BANCEL

B I B L I O G R A P H I E .

1. - AMERINE (M. A.), BERG (H. W.), CRUESS (W. V.) - The technology of wine making. 2° éd., The Avi Publishing Company, Westport, Connecticut. 1967, 659-661.

2. - BAYON (D.) - Los subproductos de uva en la moderna alimentacion animal. II° Congreso Mundial de Alimentacion Animal. Madrid, 1972.

3. - BAYON (D.) - La pulpa de uva dessecada. Feras, Mercados y Mataderos, oct., 1972.

4. - BOURDIER (L.), BERNARDI MATEOS (P.) - Elaboration et utilisation des produits secondaires de la vinification. Rapport français, rapport espagnol, Bull. Off. Intern. du Vin, 1973, n° 504, 124-147.

5. - BOURZEIX (M.), BENARD (P.), SAQUET (H.), SABATIER (M.), HEREDIA (N.) - Rendement en marc frais, rafles et lies en fonction du cépage, du mode de vinification et de l'état de vendange. Station oenol. et technol. végét. INRA, Narbonne, document polycopié, 1974, 29 pp.

6. - BRUTTINI (A.) - Ramassage et utilisation des déchets et résidus pour l'alimentation de l'homme et des animaux, pour les engrais et les industries agricoles

(1914-1920). VI° Assemblée Générale, 8 mai 1922 ; Institut International d'Agriculture, Rome, 1922; 176-178.

7. - CANTARELLI (C.) - Elaboration des produits secondaires de la vinification. Bull. de l'O. I. V., n° 501, 1972 945-967.

8. - CAPPELLERI (G.), HAMMAMI (H.), MILISAVLJEVIC et Coll. - Elaboration et utilisation des produits secondaires de la vinification. Rapport italien, rapp. tunisien, rapp. yougoslave. Bull. de l'O. I. V., n° 505, 1973, 222-252.

9. - Chaire d'Alimentation E.N.V.T. - Appréciation et estimation de la valeur nutritive des aliments pour les animaux. Polycopié, Drs. GRIESS (D.) et PARAGON (B.), 1979-1980.

10. - CHARLET-LERY (G.), LEROY (A. M.) et ZELTER (S. Z.) - Etude chez le mouton et le porc de la digestibilité apparente des constituants de marcs de pomme frais, ensilés ou déshydratés. Ann. Zootech., 1955, 4, 321-332.

11. - Da COSTA BELCHIOR (A. P.), MORAIS COSTA (J. M.) - Elaboration et utilisation des produits secondaires de la vinification. Rapport portugais. Bull. O. I. V., 1974, vol. 47, n° 517, 232-245.

12. - DECHAMBRE (P.) - Les aliments du bétail. Asselin et Houzeau, Paris, 1906, 279-283.

13. - Document du Service Interdépartemental de l'Elevage Languedoc-Roussillon - Les sous-produits végétaux disponibles pour l'alimentation des ruminants dans la Région Languedoc-Roussillon. Polycopié, 1975, 24 pp.

14. - Document du Service Interdépartemental de l'Elevage L. R. - Eleveurs, sachez utiliser le marc de raisin ! Plaquette S.I.E.L.R., 1976, 6 pp.

15. - Document ITEB-ITOVIC - Utilisation du marc de raisin épuisé dans l'alimentation des bovins et des ovins. Paris, août 1976, 4 pp.

16. - DUMONT (R.) et TISSERAND (J. L.) - Valeur alimentaire d'un marc de raisin déshydraté. Ann. Zootech., 1978, 27 (4), 631-637.

17. - DZINIC (M.), BUGARSKI (D.), NADAZDIN (M.) - Possibility of using some agricultural by-products for sheep feeding by ways of feed factories. Vet. Glasnik, 1970, 24, 877-881 (en serbo-croate).

18. - ECONOMIDES (S.) - The effect of dried citrus pulp and grape marc on milk yield and milk composition of dairy cows. Techn. paper, Agric. Res. Inst., Ministry of Agriculture & Natural Resources, Nicosia, Chypre, 1974, n° 7, 9 pp.

19. - FABRE (J.) - Sur la valeur alimentaire du marc de raisin. Annales de l'ENSA de Montpellier, 1909, NS VIII, fasc. III, 219-228.

20. - FERENCZI (S.) - Elaboration et utilisation des produits secondaires de la vinification. Rapport hongrois. Bull. O.I.V., 1974, vol. 47, n° 518, 322-330.

21. - FEVRIER (R.), GASNIER (A.), LEROY (A. M.) - Valeur alimentaire du marc de raisin desséché. C. R. Acad. Agric. de Fr., 1944, 100-102.

22. - FOLGER (A. H.) - The digestibility of groud prunes, winery pomace, avocade meal, asparagus butts, and fenugreek meal. Californ. Agr. Exp. Stat. Bull., 1940, 3-11

23. - GABIBOV (T.), SEIDOV (A.), GABIBOVA (Zh.) - Meal from grape residues in feeds for young cattle. Molochnoe i Myasnoe Skotovodstvo, 1975, n° 9, p. 33.

24. - GINIEIS (M.) - Sur l'exploitation de la vache laitière et du mouton. Bull. Sté. Centr. de Méd. Vét. 1906, 73-78.

25. - GROS (A.) - Le marc de raisin dans l'alimentation du mouton. L'Union Ovine, 1935, novembre, 338-341.

26. - HADJIDEMETRIOU (D.), ECONOMIDES (S.) - The nutritive value of some agricultural by-products. Techn. Bull., Agric. Rest. Inst., Ministry of Agriculture & Natural Resources, Nicosia, Chypre, 1974, n° 18, 12 pp.

27. - HADJIPANAYIOTOU (M.), LOUCA (A.) - A note on the value of dried citrus pulp and grape marc as barley replacements in calf fattening diets. Animal Production, 1976, 23, 129-132.

28. - HONCAMP (F.), BLANK (E.) - Untersuchungen über den Futterwert der Nebenprodukte und Abfälle der Obst und Traubenweinbereitung. Mitteilung der Land. W. Versuchstation, Rostock. IM., 1919.

29. - I.N.R.A. - Alimentation des ruminants en période de pénurie fourragère. Bull. Techn. C.R.Z.V.. Theix I.N.R.A., 1976, 25, 65-89.

30. - I.N.R.A. - Alimentation des ruminants. Edit. INRA Publications, 1978, Versailles, 597 pp.

31. - I.N.R.A. - Station d'Oenologie et de Technologie végétale de Narbonne - Communication personnelle.

32. - JORE D'ARCES (P.) - Quelques observations sur l'alimentation de secours du mouton Nord-Africain. C.R. Acad. Agric. de France, 18 février 1953.

33. - LABAUME (Comte de) - De l'engraissement des moutons par le marc des raisins. L'Agriculteur Praticien, 1868, vol. 45, III° série, tome 3, 251-252.

34. - LIZAL (F.), SRAMEK (J.) - Nutritive value of dried apple, cherry, and grape pressings for cattle. Zivocisna Vyroba, 1976, 21, (9), 701-708 (en tchèque).

35. - Mc LEOD (M. N.) - Plant tanins ; their role in forage quality. Nutr. Abstracts & Reviews, 1974, vol. 44, n° 11, 803-815.

36. - MAMAEV (N. Kh.), GADZHIEV (G. M.), ALIEV (N. A.) - Meal from grape residues in feeds for dairy cows. Zhivotnovodstvo, 1975, n° 9, 36-37 (en russe).

37. - MAMEDOV (R. S.) - Effectiveness of utilisation of grape marc for fattening young cattle. Zhivotnovodstvo, 1976, n° 12, 47-48 (en russe).

38. - MARES (H.) - De la valeur alimentaire du marc de raisin. Bull. de la Sté Centrale d'Agric. de l'Hérault, 1851, p. 65.

39. - MATOS (L.) - Möglichkeiten der Produktion von Eiweissfutter aus Rückständen der Weinverarbeitung. Internat. Z. Landwirtsch., 1972, n° 2, 196-198.

40. - MATRAY (M.) - Utilisation du marc de raisin épuisé pour l'alimentation hivernale des bovins. Le Prod. Agr. Fr., 1978, n° 222, pp. 37-39.

41. - MATRAY (M.) - Utilisation du marc de raisin épuisé pour l'alimentation hivernale des ruminants. Bull. Techn. d'Inf., n° spéc. 343-344, 1979, 421.

42. - MATRAY (M.), AUREJAC (R.), BALMELLE (J. C.) - Utilisation du marc de raisin épuisé dans l'alimentation hivernale des bovins. Polycopié ITEB, Maison Nat. des Eleveurs, 1977, Nov., 80 pp.

43. - MAVROGENIS (A.), LOUCA (A.), LAWLOR (M. J.) - The use of grape pulp, grape seed meal and barley straw in fattening diets. Techn. Bull., Agric. Res. Inst., Nicosia, Chypre , 1973, n° 12, 8 pp.

44. - MAYMONE (B.), PETRUCCI (E.) - Ricerche sulla composizione chimica, sulla digeribilita e sull' energia metabolizzabile della vinaccia intera, della vinaccia diraspata, e della vinaccia distillata. Annali dell' Ist. Sper. Zoot. Roma, 1945, (8), 161-204.

45. - MAYMONE (B.), PETRUCCI (E.) - Indagini batteriologiche e chimiche sulla vinaccia insilata. Annali dell'Ist. Sper. Zoot. Roma, 1945, 231-255.

46. - MAYMONE (B.), SALERNO (A.) - Ricerche sul valore nutritivo della vinaccia impiegata nell'alimentazione delle vacche da latte. Annali del' Ist. Sper. Zoot. Roma, 1945, 205-229.

47. - MONTGOMERY (M. J.), BAUMGARDT (B. R.) - Regulation in food intake in ruminants. I. Pelleted rations varying in energy concentration. J. Dairy Sci., 1965, 48, 569-574.

48. - MORRISON (F. B.) - Feeds and feeding, 21° édit°. Morrison Publishing Company, Ithaca, New York, 1951.

49. - MOURGUES (J.) - Méthodes contemporaines pour l'exploitation des sous-produits de l'élaboration du vin en France. Conférence faite à la réunion internationale concernant la transformation complexe des sous-produits de l'élaboration du vin, Sofia 10 mai 1978 (polycopié).

50. - PETCU (D.), CALOTOIU (A.) - Rezutate privind ingrasarea economica a taurasilor cu differite produse secundare vegetale. (en roumain). Rev. Zoot. si Med. Vet., Buccuresti, 1964, n° 11, 61-71.

51. - PEYNAUD (E.), RIBEREAU-GAYON (P.) - The biochemistry of fruits and their products. In HULME A.C., Academic Press London & New York, 1971, vol. 2, 172-204.

52. - PICCIONI (M.) - Dictionnaire des aliments pour les animaux. Ed. Agric., Bologna, 1965, 352-354.

53. - RAZOUVAEV (N.I.) - Elaboration et utilisation des produits secondaires de la vinification. Rapport soviétique. Bull. O. I. V., 1975, vol. 48, n° 529, 238-241.

54. - REYNE (Y.) et GARAMBOIS (X.) - Valeur alimentaire chez le mouton de l'ensilage de marc de raisin épuisé. Ann. Zootech., 1977, 26, (4), 471-479.

55. - RIBEREAU-GAYON (P.) - Les composés phénoliques des végétaux. Dunod, Paris, 1968, 173-201.

56. - SANCHEZ-VIZCAINO (E.), SMILG (N.) - Valor energetico del subproducto de uva en ovidos. Rev. Nutr. Animal, 1971, vol. IX, n° 3, 153-166.

57. - SARTI (D. M.) - Ricerche sulla digeribilita, sul valore nutritivo del marco di uva e sul valore biologico della sua sortanza proteica. Annali della Facolta Agra, Perugia, 1970, (25), 65-90.

58. - SINGLETON (V. L.), ESAU (P.) -Phenolic substances in grapes and wine, and their significance. Academic Press, London & New York, 1969.

59. - SLESINGR (L.) - Effect of grape marc in the feed on blood picture and some biochemical values in experimental fattening bulls. Vet. Med., Prague, 1968, 13, 121-126.

60. - SOLTNER (D.) - Alimentation des animaux domestiques. 4° édit° Sciences et Techniques Agricoles, Angers, 1970, 312 pp.

61. - TEODORESCU et Coll. ; Anonyme - Elaboration et utilisation des produits secondaires de la vinification. Rapport roumain, rapport chilien. Bull. O.I.V., 1974, vol.47, n°s 521-522, pp. 580-589.

62. - THERIEZ (M.) et BOULE (G.) - Valeur alimentaire du tourteau d'olive. Ann. Zootech., 1970, 19 (2), 143-157.

63. - TRET'JAKOV (A.) - Residues from the wine industry, an important element in the supply of feeds. Ovcevodstvo, 1970, 6, 9-10 (en russe).

64. - TUJAGUE (F.) - Les sous-produits de la fabrication du vin et leur utilisation dans l'alimentation animale. Mémoire en cours d'études, ENSA de Montpellier, 1970.

65. - UNDERWOOD (E.J.) - Trace elements in human and animal nutrition. 3° éd., Academic Press, London & New York, 1971, 543 pp.

66. - VAN QUACKEBEKE ( ) - Utilisation du marc de raisin par les agnelles ; comparaison de deux types de marcs et de complémentation. Document ITOVIC, Paris, 1977, 20 pp.

67. - VAN QUACKEBEKE ( ) - Utilisation du marc de raisin par les ovins ; compte rendu de deux essais. Document ITOVIC, Paris, 1975.

68. - VASILESCU (I.) et Coll. - Mise en valeur des déchets végétaux d'origine agricole. Lucratile Inst. Cercet. Alim., Buccarest, 1959, vol. III.

69. - VENTRE (J.) - Traité de vinification pratique et rationnelle. Montpellier, Dubois et Poulain, 1931, 240-260.

70. - VERMOREL (V.), DANTONY (E.) - Utilisation des sous-produits de la vigne et du vin. Laveur, Paris, 1910, 71-106.

71. - WOLTER (R.), DURIX (A.), LETOURNEAU (J. C.), CARCELEN (M.) - Evaluation chez le poney de la digestibilité des pellicules de soja, du marc de pomme, des caroubes et du tourteau de pépins de raisin. Ann. Zootech., 1980, 29, (4), 377-387.